ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Amin GHAREHOGHLANİ

AFŞİN-ELBİSTAN LİNYİTLERİ KIŞLAKÖY AÇIK İŞLETMESİNİN BİLGİSAYAR YARDIMIYLA KAZI VE ÜRETİM PLANLAMASI

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2014

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AFŞİN-ELBİSTAN LİNYİTLERİ KIŞLAKÖY AÇIK İŞLETMESİNİN BİLGİSAYAR YARDIMIYLA KAZI VE ÜRETİM PLANLAMASI

Amin GHAREHOGHLANİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 05/08/2014 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/~~Oyçokluğu~~ ile Kabul Edilmiştir.

…….....	……	…….....
Doç. Dr. Ahmet DAĞ	Prof. Dr. Suphi URAL	Yrd. Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Maden Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FYL-2014-1984

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AFŞİN-ELBİSTAN LİNYİTLERİ KIŞLAKÖY AÇIK İŞLETMESİNİN BİLGİSAYAR YARDIMIYLA KAZI VE ÜRETİM PLANLAMASI

Amin GHAREHOGHLANİ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. Ahmet DAĞ
Yıl: 2014, Sayfa: 83
Jüri : Prof. Dr. Suphi URAL
: Doç. Dr. Ahmet DAĞ
: Yrd. Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ

Maden işletme planlarının optimum bir şekilde yapılabilmesi için öncelikle yatağın üç boyutlu katı modelinin ve blok modelinin hassas bir şekilde elde edilmesi gerekmektedir. Planlama için birçok madencilik yazılımı vardır. Bu yazılımlardan bir tanesi de ulusal ve yeni geliştirilmiş olan Netpro/Mine'dır. Bu çalışmada, Netpro/Mine programı ülkemizin önemli linyit rezervlerinden birine sahip olan Afşin-Elbistan linyit havzasındaki Kışlaköy sahasına uygulanmıştır.

Bu çalışma linyit sahasına ait sondaj verileri ile Netpro/Mine kullanılarak yatağın katı ve blok modelinin oluşturulmasını ve blok modelden ayrıntılı hacim ve kütle hesaplamalarını içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Netpro/Mine, Katı Model, Blok Model, Kışlaköy Linyit Sahası

ABSTRACT

MSc THESIS

COMPUTER AIDED EXCAVATION AND PRODUCTION PLANNING OF AFSIN-ELBISTAN LIGNITE KISLAKOY OPEN CAST MINE

Amin GHAREHOGHLANI

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF MINING ENGINEERING

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Ahmet DAĞ
Year: 2014, Page: 83
Jury : Prof. Dr. Suphi URAL
: Assoc. Prof. Dr. Ahmet DAĞ
: Asst. Prof. Dr. Mustafa AKYILDIZ

To make optimum mine plans first the solid and block model of the mine deposit must be obtained at the right way. There are a lot of computer programs for mine planning. One of these programs is the national resource and the new developed computer program Netpro/Mine. In this study, the Netpro/Mine program is introduced in the Kışlaköy area which belongs to the lignite basin of Afşin-Elbistan and is one of the most important lignite reserves of our county.

This study is including the generated the solid and block model with using of drillhole data and the Netpro/Mine and the detailed volume and mass calculations from the block model.

Keywords: Netpro/Mine, Solid Model, Block Model, Kışlaköy Lignite Mine

TEŞEKKÜR

Öncelikle, bu tezin yönetiminde ve oluşumunda aynı zamanda çalışmalarım sırasında karşılaştığım sorunların çözümünde her türlü desteğini esirgemeyen, çalışmalarımda beni yönlendiren, çalışma yapmak için bütün olanakları sağlayan danışman hocam sayın Doç. Dr. Ahmet DAĞ'a ve sayın hocam Prof. Dr. Suphi URAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezim süresince bana manevi destek olan ve çalışmalarımda emeği geçen Ç.Ü. Maden Mühendisliği Bölümü Öğretim Elemanlarına, bilgisayar programların kullanımında değerli bilgilerinden faydalandığım Arş. Gör. Ali Can ÖZDEMİR'e ve Arş.Gör. Ayten ESER'e sonsuz teşekkür ederim.

Uygulama sahası verilerinin temininde yardımlarını esirgemeyen EÜAŞ/AEL Kışlaköy İşletmesi Müdürü Sayın Ahmet YALDIZ'a ve tüm çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Yardımlarından dolayı arkadaşlarımdan Amir MOHAMMADİAN ile Mohammad BARGİ'ye teşekkür ederim.

Maddi ve manevi destekleri her zaman benimle olan ve beni her zaman destekleyen aileme sonsuz teşekkürler sunar ve minnettar olduğumu belirtirim.

Yüksek lisans çalışmalarım esnasında tüm bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Ç.Ü. Maden Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen bölüm çalışanlarına, maddi destek veren Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
İÇİNDEKİLER IV
ÇİZELGELER DİZİNİ VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ X
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 3
2.1 Netpro/Mine Programı ile İlgili Çalışmalar 3
2.2.Afşin-Elbistan Linyit Havzası ile İlgili Çalışmalar 3
3. MATERYAL VE METOD 9
3.1. Materyal 9
3.1.1. Çalışma Alanı 9
3.1.1.1. Çalışma Alanının Konumu ve Sınırları 10
3.1.1.2. İklim, Bitki Örtüsü ve Morfoloji 12
3.1.1.3. İşletme Yöntemi 12
3.1.1.4. Havzanın Genel Jeolojisi 13
3.1.1.5. Havzanın Hidrojeolojik Özellikleri 15
3.1.2. Sondaj Verileri 19
3.1.3. Netpro/Mine Programı 19
3.2. Metod 20
3.2.1. Sondaj Verilerin Girişi 20
3.2.2. Kompozitleme 23
3.2.3. Yüzey Modelleme 27
3.2.4. Enkesit Modelleme 30
3.2.5. Katı Modelleme 32
3.2.5.1. Enkesitlerden Katı Modelleme 32
3.2.5.2. Yüzeyler Arası Katı Modelleme 35
3.2.6. Blok Modelleme 37

3.2.6.1. Bir Katı Model İçerisine Bloklama 37
3.2.6.2. Mevcut Blok Model Üzerinden İstenilen Blokları Elde Etme .. 39
3.2.6.2.(1). Bir Yüzey Altındaki/Üstündeki Blokları Elde Etme 39
3.2.6.2.(2). İki Yüzey Arasındaki Blokları Elde Etme 41
3.2.7. Blok Değerlerinin Tahmini 42
3.2.7.1. En Yakın Komşu Yöntemi 42
3.2.7.2. Ters Uzaklık Yöntemi 44
3.2.7.3. Kriging Yöntemi 46
3.2.8. Elde Edilen Blok Model Üzerinde Sorgulama ve Raporlama 48
3.2.8.1. Özelliklerini Sorgulama 48
3.2.8.2. Tematize Edip İstenilen Özellikteki Blokları Süzme 50
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 53
4.1. Sondaj Verilerinin Değerlendirilmesi ve Kompozitleme 53
4.2. Yüzeyler 56
4.2.1.Örtü Tabakasına Ait Yüzeyinin Elde Edilmesi 56
4.2.2. Kömürlü Horizon Ait Yüzeyinin Elde Edilmesi 58
4.2.3. Nihai Ocak Yüzeyinin Elde Edilmesi 58
4.2.4. Kademe Yüzeylerinin Elde Edilmesi 60
4.3. Enkesiterin Elde Edilmesi 61
4.3.1. Kesit Düzlemleri 61
4.3.2. Örtü Enkesitleri 61
4.3.3. Kömür Enkesitleri 63
4.4. Katı Modellerin Elde Edilmesi 63
4.4.1. Örtü Katı Modeli 63
4.4.2. Kömür Katı Modeli 64
4.4.3. Katı Model Özellikleri 65
4.5. Blok Modellerin Oluşturulması 66
4.5.1. Örtü Blok Model ve Özellikleri 66
4.5.2. Kömür Blok Model ve Özellikleri 68
4.6. Bloklara Isıl Değer Atama 69
4.7. Blok Ayıklama 70

4.7.1. Kademelere Göre Üretim Sorgulama 70
4.7.2. İstenilen Kazı Vaziyet Planına Göre Üretim Sorgulama 73
4.8. Sonuçların Değerlendirilmesi 75
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 77
KAYNAKLAR 79
ÖZGEÇMİŞ 83

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 4.1. Kompozit ve orjinal verilerin özet istatistiği 55
Çizelge 4.2. Katı model bilgileri 65
Çizelge 4.3. Blok model bilgileri 69
Çizelge 4.4. Kömür horizonu için hesaplanan hacimler 70
Çizelge 4.5. Örtü horizonu için hesaplanan hacimler 70
Çizelge 4.6. Kademelere göre hesaplanan kazı miktarları 71
Çizelge 4.7. Nisan 2008-2013 sonu üretimi yapılmış blok model bilgileri 75
Çizelge 4.8. Nisan 2008 itibari ile ocak sınırı içerisindeki toplam kazı miktarları.... 76
Çizelge 4.9. Nisan 2008 – 2013 sonu tarihleri arası fiili gerçekleşen ve teorik olarak hesaplanan kazı miktarları..... 76

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 3.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası 11
Şekil 3.2. Taban kilinden bir görünüm (Mert, 2010) 14
Şekil 3.3. Linyit horizonundan bir görünüm (Mert, 2010) 14
Şekil 3.4. Afşin-Elbistan ve çevresinin genelleştirilmiş jeoloji haritası ve kesiti (Gökmen ve ark., 1993: Mert, 2010)..... 17
Şekil 3.5. Çalışma alanına ait genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesit (Akbulut ve ark., 2007: Mert, 2010) 18
Şekil 3.6. Sondaj lokasyonlarının dağılımı 19
Şekil 3.7. Sondaj tablosunun içeri aktarımı 21
Şekil 3.8. Litoloji tablosunun içeri aktarımı..... 22
Şekil 3.9. Açı tablosunun içeri aktarımı..... 22
Şekil 3.10. Ham örneklem tablosunun içeri aktarımı..... 23
Şekil 3.11. Kompozit ekle menüsüne erişim..... 24
Şekil 3.12. Kompozitleme değerleri 25
Şekil 3.13. Kompozitleme yapılmadan önce değerler 26
Şekil 3.14. Kompozitleme yapıldıktan sonra değerler..... 26
Şekil 3.15. Kompozit görünümü..... 27
Şekil 3.16. Koordinat seçimi tablosu 28
Şekil 3.17. Litoloji seçimi tablosu 28
Şekil 3.18. Üst yüzey görünümü..... 29
Şekil 3.19. Oluşan yüzey değerleri 29
Şekil 3.20. Enkesit oluşturma..... 30
Şekil 3.21. Enkesit özelliklerine erişim..... 31
Şekil 3.22. Enkesit özelliklerin 31
Şekil 3.23. Katı model işlemine erişim..... 33
Şekil 3.24. Oluşturulacak katı model özellikleri penceresi..... 34
Şekil 3.25. Katı model görünümü (Özdemir, 2013) 35
Şekil 3.26. Yüzey arası katı modelleme işlemine erişim 35

Şekil 3.27. Katı modelin elde edilmesi için oluşturulan alt ve üst yüzey görünümü (Özdemir, 2013) 36
Şekil 3.28. Yüzeyler arası katı modelleme yöntemiyle elde edilen katı model görünümü (Özdemir, 2013) 36
Şekil 3.29. Bloklama işlemine erişim 38
Şekil 3.30. Blok değerleri tablosu 38
Şekil 3.31. Blok oluştuktan sonraki görüntü (Arıöz, 2011) 39
Şekil 3.32. Bir yüzey altındaki/üstündeki blokları elde etmenin erişimi 40
Şekil 3.33. Blokları sınırla penceresi 40
Şekil 3.34. Birinci yüzeyin altındaki blokları almak 41
Şekil 3.35. İkinci yüzeyin üstündeki blokları almak 42
Şekil 3.36. En yakın komşu kestirimine erişim 43
Şekil 3.37. En yakın komşu parametreleri penceresi 43
Şekil 3.38. Ters uzaklık kestirim komutuna erişim 44
Şekil 3.39. Ters uzaklık parametre penceresi 45
Şekil 3.40. Kestirimden sonraki görünüm (Arıöz, 2011) 46
Şekil 3.41. Kriging ile kestirim yöntemi 47
Şekil 3.42. Kriging parametreleri 48
Şekil 3.43. Blok model özellikleri komutuna erişim 49
Şekil 3.44. Blok model özellikleri raporu 49
Şekil 3.45. Blok model süzgeç komutuna erişim 50
Şekil 3.46. Blok model süzgeç penceresi 50
Şekil 4.1. Sondaj lokasyonlarının dağılımı 54
Şekil 4.2. Kompozit1 histogram grafiği 56
Şekil 4.3. Nisan 2008 tarihli işletme sahasına ait topografya yüzeyi 57
Şekil 4.4. Kömürlü horizana ait tavan yüzeyi 57
Şekil 4.5. Kömürlü horizana ait tavan-taban yüzeyi ve sondajlar 58
Şekil 4.6. Kömürlü horizana ait taban yüzeyi 59
Şekil 4.7. Kömürlü horizana ait tavan-taban yüzeyi ve sondajlar 59
Şekil 4.8. Nihai ocak yüzeyi 60
Şekil 4.9. Kademe yüzeyleri tersden görünüm 60

Şekil 4.10. Kesit düzlemleri 61
Şekil 4.11. a-a’ kesit düzleminde elde edilen örtüye ait enkesit 62
Şekil 4.12. Örtüye ait elde edilen bütün enkesitler..... 62
Şekil 4.13. Kömüre ait elde edilen bütün enkesitler 63
Şekil 4.14. Elde edilen örtü katı modeli..... 64
Şekil 4.15. Elde edilen örtü katı modeli..... 64
Şekil 4.16. Katı model özellikleri a) Örtü, b) Kömür 65
Şekil 4.17. Çalışmada kullanılan blok Parametreleri..... 66
Şekil 4.18. Örtü blok model görünümü..... 67
Şekil 4.19. Örtü blok model raporu..... 67
Şekil 4.20. Kömür blok model görünümü..... 68
Şekil 4.21. Kömür blok model raporu..... 69
Şekil 4.22. 2. Kademede üretimi yapılacak blokları 72
Şekil 4.23. 2. Kademede üretimi yapılacak blokların özellikleri
a) kömür tabakas için b) örtü tabakasi için 72
Şekil 4.24. 2013 sonu kazı yüzeyi..... 73
Şekil 4.25. 2013 sonu üretimi yapılmış örtü blokları..... 74
Şekil 4.26. 2013 sonu üretimi yapılmış kömür blokları..... 74
Şekil 4.27. 2013 sonu üretimi yapılmış blok model özellikleri a) Örtü, b) Kömür ... 75

1. GİRİŞ

Enerji, bir ülkenin ekonomik ve sosyal gelişiminin, en temel ve sürükleyici gereksinimlerinden biridir. İnsanların ihtiyaçlarının karşılanmasında ve gelişmenin sağlıklı olarak sürdürülmesinde gerekli olan enerji özellikle sanayi, konut ve ulaştırma gibi sektörlerde kullanılmaktadır. Enerji; insanlığın temel ihtiyaçlarının karşılanmasında, insanın ortalama ömür süresinin uzatılması ve hayat standartlarının yükseltilmesin de birinci derecede bir gereksini olarak kabul edilmektedir. Bununla beraber dünyada nüfus artışıyla birlikte, sanayileşmenin artması, teknolojinin gelişmesi ve küreselleşme sonucu artan ticari olanaklar, her geçen gün enerjiye olan ihtiyacı da arttırmaktadır. Öte yandan bu talep artışının çok büyük bir kısmının dünyada sadece belirli bölgelerde bulunan fosil kaynaklardan sağlanıyor olması ise; enerjiyi sadece ulusal ölçekte değil, uluslararası alanda da politika ve stratejilerin belirlenmesinde önemli bir kilit noktası haline getirmektedir. Tüm bunların ötesinde ise, enerjiye olan talep arttıkça ve karşılandıkça, iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi dünyayı derinden tehdit eden gerçeklerle de karşı karşıya kalmaktayız.

Kömür, akaryakıt veya gaz gibi fosil yakıtların yakılması yoluyla elektrik üretir. Su santrallerde, ocağın kazan bölümünde dolanan su, çok sıcak buhar haline dönüşür ve bu buhar, elektrik akımı üreten alternatörlere bağlı türbinleri çalıştırır. İlk büyük petrol krizi sanayileşmiş Batılı ülkelerde bu tip termik santralların yapımını yavaşlatmıştır. Ancak gene de bu tip santrallar, birçok ülkede enerji açığını kapatmakta görev üstlenmeye devam etmektedir.

Afşin-Elbistan Linyit Havzası Ülkemizdeki linyit yatakları içinde en büyük potansiyele sahip, düşük ısıl değerlerine rağmen enerji hammadde kaynakları arasında en önemlisidir. Kahramanmaraş İlinin Afşin ve Elbistan İlçelerinin kuzeyinde kalan havza 4,6 milyar ton görünür rezerve sahiptir. Diğer linyit sahalarına göre, Afşin-Elbistan Linyit Havzası ekonomik örtü/linyit oranı bakımından öncelikli değerlendirilmesi gereken saha özelliğine sahiptir.

Afşin-Elbistan bölgesinde elektrik enerjisi üretimi amacıyla 1984 ve 2004 yıllarında üretime başlayan iki adet termik santral kurulmuş olup yörede bulunan düşük kalorili linyit kömürünün ekonomiye kazandırılmıştır. Her iki santralin ülke

ekonomisine 16 milyar TL'nin üzerinde bir katkı sağladığı tahmin edilmektedir. Bu nedenle Afşin-Elbistan havzasındaki yüksek elektrik üretim potansiyeline sahip kömürün etkin bir biçimde değerlendirilmesi ve ülke ekonomisine kazandırılması bir plan ve program dahilin de yapılmalıdır.

Madencilik sektöründe mevcut kaynağın tümünü değerlendirip, tüketilen madenlerden maksimum fayda sağlamak ve maden rezervlerinin tam olarak tespiti amacıyla çeşitli bilgisayar programları geliştirilmiştir. Bu programlardan birisi de, Hacettepe Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, TKİ ve TÜBİTAK işbirliğiyle maden yatağının bulunmasından üretimin tamamlanması aşamasına kadar tüm teknik tasarımın yapılabilmesini sağlayan, bu alanda Türkiye'nin ilk yerli ürünü olan Netpro/Mine bilgisayar programıdır.

Netpro/Mine ile topografik arazi modeli oluşturulması, yapılmış olan sondajların ve jeolojik araştırmaların yardımıyla 3 boyutlu cevher yatağı modeli elde edilmesi, kaynak ve rezerv hesaplamaları, arazi ve cevher modeli kullanılarak cevher yatağının hangi yöntemle en verimli, ekonomik ve çevreye en az zarar verecek şekilde üretileceği belirlenerek üretim tasarımları gerçekleştirebilecek şekilde geliştirilmiştir.

Etkin bir üretim planlaması yapılabilmesi için ilk olarak linyit yatağına ait nitel ve nicel özelliklerinin belirlenmesi gereklidir. Nitel özellikler; yapılan jeolojik ve jeofizik çalışmaları sonucu ortaya çıkan özellikler olup nicel özellikler ise; kalite ve miktar gibi yapılan hesaplamaların hassasiyetine bağlı olarak ortaya çıkan özellikler şeklinde tanımlanır. Genellikle birinci adım araştırma-geliştirme sondajları ve arazi çalışmalarının tamamlanmasıdır. İkinci adım olarak bu çalışmalar sonucu edinilen bilgilerle linyit yatağının geometrisi, cevherleşme ve sürekliliği, linyit kalitesi ve miktarı gibi özelliklerini gösteren yatağın jeolojik blok modeli çıkarılır. Bir cevher kütlesinin blok modeli, cevher kütlesinin soyut küçük bloklara bölünmesiyle elde edilir. Herhangi bir blok modelde tek bir blok, üçlü indeks sistemi (i, j, k) ile tanımlanabilir. Bu blokların boyutları belirlenirken; kalite değişimleri, jeolojik devamlılık, üretim makinelerinin kapasiteleri, kaya mekaniği özellikleri ve bilgisayar veri kapasitesi gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Netpro/Mine Programı ile İlgili Çalışmalar

Arıöz (2011) tarafından yapılan, Afşin-Elbistan linyit sahası Çöllolar sektörünün Netpro/Mine yazılımı ile değerlendirilmesi konulu yüksek lisans tezi çalışmasında, sahada yapılmış olan 215 sondaj ait verilerinden faydalanmıştır. Netpro/Mine programını kullanarak linyit sahasının jeoistatistiksel değerlendirilmesini, yatağın üç boyutlu dizaynını, blok model oluşturulmasını, tematik haritaların hazırlanmasını ve ayrıntılı rezerv hesaplamalarını gerçekleştirmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar daha önceden yapılan çalışmaların sonuçları ile karşılaştırılmış olup aralarındaki farkın kabul edilebilir olduğu görülmüştür.

2.2. Afşin-Elbistan Linyit Havzası ile İlgili Çalışmalar

Afşin-Elbistan linyit havzasında yapılan ilk çalışmalar kömür etüdü ve rezervi üzerine olmuştur. Daha sonra kömür sahasının fizibilitesi, jeofizik ve jeoteknik çalışmaları yapılmıştır. Bu havzada yapılan belli başlı çalışmalar kronolojik sırayla aşağıda verilmiştir.

Önen (1936) tarafından bölgedeki ilk çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Sivas, Malatya, Kahramanmaraş ve Gaziantep illeri civarındaki linyit yataklarını incelemiş ve Kahramanmaraş ili çevresinde dört ayrı yerde kömür oluşumunun bulunduğunu, ancak bunların ekonomik değere sahip olmadıklarını belirtmiştir.

Otto-Gold (1969), Müşavir-Mühendislik firması olarak Alman teknik yardımı çerçevesinde Afşin-Elbistan linyitlerinin varlığına ve daha sonra da fizibilitesine yönelik ayrıntılı çalışmalar yapmıştır. Bu amaçla 1966-1969 yılları arasında linyitlerin aranması, oluşumu, yayılımı, rezervi ve özelliklerine yönelik arazi, sondaj, analiz ve benzeri çalışmalarla Afşin-Elbistan linyitlerinin fizibilite etütlerini gerçekleştirmiştir.

Rheinbraun Consulting (1976) tarafından hazırlanan Kışlaköy Açık İsletmesi üretim planlaması ve rezerv hesaplaması raporunda, Kışlaköy sahasında 1.576 x 10^6 m^3 örtü + ara kesme ve 577,9 x 10^6 ton linyit olduğunu belirtmektedir.

Özbek ve Güçlüer (1977), Maraş–Elbistan Çöllolar linyit sektöründe yaptıkları hidrojeolojik çalışmalar sonucunda, temel formasyonlardan kireçtaşlarının akifer özellik taşıdığını saptamış ve faylanmalar ile bu seviyelerden kömür işletme sahasına etkili miktarda su gelişi olacağını belirtmişlerdir.

Aydoğan (1978), Elbistan-Çöllolar sektöründe daha önce varlığı saptanan linyit yatağının fizibilite çalışmalarında 245 adet sondajın yapıldığını ve bu sondaj verilerine göre kömür kalınlığının doğudan batıya ve kuzeybatıya gidildikçe azaldığını belirtmiştir.

Gürsoy ve ark. (1981), Çöllolar, Hurman ve Sinekli köyleri arasında kalan sahanın kömür rezervine yönelik yapmış olduğu çalışmada 466 milyon ton linyit rezervi tespit etmişlerdir. Linyit damarlarından alınan numunelerden, linyitin yaşı Pliyosen olarak, gidya birimi içinde bulunan Ostrocod'lara göre bu çökeller için Pliyo–Pliyostesen yaşını vermişlerdir.

Perinçek ve Kozlu (1984), Afşin, Elbistan, Doğanşehir arasında kalan alandaki birimlerin stratigrafisi ve bunların birbirleriyle ilişkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, sondaj verilerine göre Kızıldağ ve Afşin arasında kalan alanda kalın kömür damarlarının bulunduğunu belirtmişlerdir.

Yörükoğlu (1991) tarafından, Kışlaköy Açık işletmesinin jeolojisi–hidrojeolojisi, planlama kriterleri, kömür üretim miktarı ile kullanılan makine ve ekipmanları konusunda bir çalışma yapılmıştır.

Gökmen ve ark.(1993) tarafından, Afşin-Elbistan linyit havzası ile ilgili bilgiler derlenmiştir. Derlemeye göre; Neojen öncesi yaşlı kayaçların, linyit içeren birimlerin temelini oluşturduğunu, Neojen yaşlı çökellerin limnik fasiyeste geliştiğini bildirmişlerdir.

Kürkçü, Ersoy ve Ersun (1993), daha önce yapılan çalışmalarla belirlenmiş olan Afşin-Elbistan Çöllolar (B) sektörünü jeoistatistiksel yöntem kullanılarak yeniden irdelenmesini amaçlamışlardır. Çalışmalarının sonucunda Taylor yaklaşımını kullanan 'Contur-II ve Reserve-Coal' programlarıyla elde edilen rezerv

miktarı ile kriging yöntemini kullanan 'GEO-EAS' programından elde edilen rezerv miktarı arasında büyük bir fark olmadığı anlaşılmıştır. Bunun nedeni, kömür yataklarının sedimanter bir yapıda olmasıdır. Bir başka değişle jeoistatistik yöntemi ile daha çok uygulama alanı bulan metalik madenlerin yapılaşmasından farklı olmasına bağlanabilir. Yapılan çalışmada hata oranının en aza indirgenmesi yönünde istatistiksel irdelemelere olanak sağlaması nedeniyle jeoistatistiksel yöntemin uygulanabileceği sonucuna varılmıştır.

Öztürk (1994) tarafından, Afşin-Elbistan açık işletmesinde sert kayaç problemi ortaya konmuş ve işletmeyi ne derecede etkilediği gösterilmiştir. Kazıcıların durma sebepleri içindeki payı ortaya konmuştur. Ayrıca işletmede TKİ ve Rheinbraun Consulting tarafından yapılan sondajlara istinaden basamaklara göre sert kayaç hacimleri tespit edilmiştir. Sert kayaç tabakasının şevdeki pozisyonuna bağlı olarak kazıcıların çalışma teknikleri incelenmiştir. Sonuç olarak taşların bertaraf edilmesi için uygulanabilecek yöntemler ortaya konmuştur. Özel taş işletmesi için makine parkı seçilmiş, yatırımların spesifikasyonu yapılmıştır. Ayrıca delme-patlatma ile döner kepçeli kazıcılar için yüklenebilir malzeme oluşturulması incelenmiştir. Yöntemler arasında maliyet ve verimlilik araştırılmıştır.

Saydam (1995) tarafından yapılan, blok boyutu seçiminin kömür rezerv tahminine etkisi konulu çalışmasına, her biri koordinat değerleri (x,y,z) ve kömür kalınlık bilgilerini içeren 305 adet sondaj verilerinin bilgisayar ortamına aktararak bir veri tabanının oluşturulması ile başlamıştır. Bu veri tabanını kullanarak kömür kalınlıklarının istatistiksel analizleri ve variogram analizlerini yapmıştır. Variogram analizinden elde edilen verileri kullanarak, kriging yarıçapı sabit tutulmak suretiyle 100 x 100 m'den başlayarak 1000 x 1000 m'ye kadar olan kuramsal bloklara bölünen cevher yatağındaki her bloğun kömür kalınlık tahminlerini Kriging Yöntemi ile yapmıştır. Daha sonra blok boyutlarını sabit tutup, 300-150 m, 600-300 m, 600-400 m, 800-400 m ve 1200-600 m kriging yarıçaplarının kalınlık tahminine etkisini araştırmıştır. Sabit kriging yarıçapında, blok boyutunun kömür kalınlık tahminini çok az etkilediğini ve kriging yarıçapı arttıkça tahmin edilen kömür kalınlığının düştüğünü belirlemiştir.

Kılıç (1996) tarafından Kışlaköy sahasında stabilite analizleri yapılmıştır.

Sahadaki şevlerin stabilitesi için en önemli tabakanın, içsel sürtünme açısı ve kohezyonu en düşük linyitin hemen altındaki kil tabakasının olduğu, bu tabakanın su ile birleştiğinde çok kritik bir hal aldığı vurgulanmıştır. Ayrıca kömür tabakası üstündeki birkaç metrelik kaliç olarak adlandırılan tatlı su kalkerlerinin döner kepçeli ekskavatörlerin çalışma performansını olumsuz etkilediği belirtilmiştir. Sahanın yeraltı ve yerüstü suyu bakımından zengin olduğu ve stabiliteyi olumsuz etkileyecek birkaç akiferin (Kuvaterner, Gidya, Karstik Kireçtası, Kızıldağ Akiferleri) bulunduğu, bu akiferlerin bulunduğu basamakların mutlak suretle drenaj kuyuları vasıtasıyla yeraltı suyunun drenajının sağlanması gerektiği ifade edilmiştir.

Dağ (1997) tarafından Çöllolar sektörü üzerinde yapılmış 305 adet sondaj verisi jeoistatistiksel yöntemler ile değerlendirilerek sektörün blok modeli oluşturulmuş, bilgisayar destekli üretim planlaması için bir yazılım geliştirilerek, açık işletmenin nihai sınırları tespit edilmiş ve üretim planlaması yapılmıştır.

Ural (1999) tarafından Afşin-Elbistan (A) Termik Santrali'nin performansının düşük olmasının nedenleri araştırılmış ve bu nedenlerin birisi de yakıt olarak kullanılan linyitlerin kalitesini belirleyen sınırlayıcı parametrelerin yetersizliği olarak belirlenmiştir. Satılabilir kömürün kalitesini belirleyen en önemli iki sınırlayıcı parametre Afşin-Elbistan linyitlerinin dayanım özellikleri ve ısıl değeri ile kül oranı arasındaki orantıdır. Linyitlerin dayanımlarını belirleyebilmek için düzeltilmiş darbe dayanım deneyi adı verilen bir yöntem geliştirilmiştir. Afşin- Elbistan linyitlerinin darbe dayanım değerleri %9,8 ile %56 arasında değişmektedir. Satılabilir linyitlerin ortalama darbe dayanım değeri %45 ve varyansı da %4 olmalıdır. Bu nedenle farklı özelliklere sahip linyitlerin harmanlanması gerektiği tespit edilmiştir.

Ergüder ve ark. (2000), Kışlaköy Açık İşletmesi doğu nihai şevlerinde jeofizik etüdü kapsamında bu yöredeki fayların doğrultu ve eğimlerinin tespitine yönelik çalışmalar yapmışlardır. Mevcut fayların ocak işletme yönünde devam ettiğini saptamışlardır.

Koçak (2000) tarafından Elbistan Linyit Havzasındaki Hurman Çayı'nın batısında yer alan C ve E sektörleri güncel veriler ile yeniden değerlendirilmiş, iki sektörde 796 milyon ton işletilebilir linyit rezervinin bulunduğunu ve havzanın batısında sondaj yapılması durumunda rezervin artabileceği belirtilmiştir.

Kılıç ve Onur (2001) tarafından Afşin-Elbistan Linyitleri Kışlaköy açık işletmesinin iç döküm sahası ile ilgili dinamik duraylılık analizleri, bölgenin deprem önemi de dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen dinamik duraylılık hesaplama programları ile üç değişik su durumu ve deprem etkisi göz önüne alınarak "Bishop, Carter, Sarma" yöntemleri kullanılarak analizler yapılmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda döküm sahası şevinde bütün olasılıklar ve deprem katsayısının hesaba katılması durumunda bile herhangi bir kayma tehlikesinin olmadığı tespit edilmiştir.

Koçak ve ark. (2003), bölgenin linyit rezervine yönelik yaptıkları çalışmalarda, havzada görünür rezervin 4,3 milyar ton, ekonomik işletilebilir linyit rezervinin ise 3,8 milyar ton olduğunu belirlemiştir.

Ural ve Yüksel (2004), Kışlaköy Açık İşletmesinde duraylılık konusunda yaptıkları araştırmalarda, stabiliteyi etkileyen faktörlerin; yeraltı suyu seviyesinin yüksek olması, gidya biriminin zayıf zon olması, linyit altındaki kilin potansiyel kaymaya neden olabileceğini ve çalışma alanında yer alan birimlerin makaslama dayanımı değerlerinin, artık makaslama dayanımı değerleri ile temsil edildiğini belirtmişlerdir.

Mert (2010) tarafından yapılan doktora tezi çalışmasında, öncelikle Afşin-Elbistan linyit havzasına ait jeolojik ve sondaj verileri analiz edilerek tablosal veritabanları hazırlanmış, daha sonra madencilik faaliyetlerinde kullanılan sayısal tematik haritalar oluşturularak CBS çatısı altında birleştirilmiştir. Bunun sonucunda, grafik ve grafik olmayan veriler ile bu veriler arasındaki mantıksal ve topolojik ilişkileri bütünleşik olarak işleyebilme ve böylece konuma bağlı analizleri gerçekleştirme olanağına sahip "Üretim Takip ve Planlama Bilgi Sistemi" yazılımı geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yazılım yardımıyla, ekskavatörlerin üzerine bir GPS alıcısı yerleştirilerek, sayısal haritalar üzerinden izlenebilmeleri mümkün kılınmış, linyit üretimiyle eş zamanlı olarak üretim miktarı, ısıl değer, %nem, %kül gibi kalite verilerinin takip edilmesi ve stok kayıtlarının veritabanı olarak saklanması sağlanmıştır. Ayrıca, harmanlama ve diğer prosesler açısından önem arz eden bu veritabanları ve geliştirilen bilgi sistemi sayesinde arazi kullanım haritalarının hazırlanabileceği veya ekrandan tanımlanan bir alandaki rezerv-kalite dağılımlarının

tespitinin mümkün olacağı ortaya konmuştur.

Turhan (1993) tarafından yapılan, bir linyit yatağında rezerv modelleme yöntemlerinin karşılaştırılması konulu yüksek lisans çalışmasında, bir linyit yatağında damar kalınlığı, kömür kalınlığı, kül oranı, nem oranı, ısıl değer, yüzey kotu ve taban kotu değerlerinin hesaplanması farklı tahmin yöntemleri ile yapılmıştır. Her bir nokta kestirim tekniği sonucunda, çıkan hataların istatistiksel değerlendirmesini yaparak bu tekniklerin performanslarını karşılaştırmıştır. Yapılan bu karşılaştırmada kriging, mesafenin tersi, mesafenin tersinin karesi ve eğilim yüzeyi analizi yöntemlerinin, poligon, Taylor aproksimasyonu ve üçgen yöntemlerine oranla daha iyi performanslara ulaştığı sonucuna varmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu çalışma da uygulama alanı olarak, Kahramanmaraş iline bağlı Afşin-Elbistan ilçeleri arasında bulunan Linyit havzasına ait Kışlaköy sektörü seçilmiştir. Sektör üzerinde daha önceki yıllarda Maden Tetkik Arama (MTA) Genel Müdürlüğü tarafından 280 adet karotlu sondaj yapılmıştır. Bu sondajlardan elde edilen veriler, madencilik sektöründe kullanılan bilgisayar programlarından biri olan Netpro/Mine programı ile değerlendirilmiştir.

3.1.1. Çalışma Alanı

Afşin-Elbistan linyit havzası Kahramanmaraş iline bağlı Afşin ve Elbistan ilçelerinin kuzeyinde yer almaktadır. Ülkemiz sınırlarında bulunan linyit yatakları arasında en büyük rezerve sahip olan havzadır. Aynı zamanda havza elektrik enerjisi üretimi bakımından Türkiye'nin en önemli potansiyeline sahiptir.

Havzada arama çalışmaları 1966 yılında MTA Genel Müdürlüğü ve bir Alman firması işbirliği ile başlamış olup, 1967 yılı itibariyle havzada düşük kalorili bol miktarda linyit rezervi olduğu belirlenmiştir. 1968 yılı yatırım programı kapsamında Afşin-Elbistan linyitlerinden faydalanarak bir termik santral kurulmasına karar verilmiştir. 1973 yılında her biri 344 MW gücünde dört ünite olarak yapımına başlanan santralin ilk ünitesi Temmuz 1984'te üretime başlamıştır.

Kurulduğu yıllarda Türkiye'nin ve dünyanın en büyük elektrik santrallerinden biri olan, Türkiye'nin o güne kadar yaptığı en büyük kamu yatırımı olarak gösterilen, Afşin-Elbistan A Termik Santrali, 24 yıllık süre içerisinde 98 milyar Kwh elektrik enerjisi üretmiş, bu zamana kadar 200 milyon tonun üzerinde linyit kömürü yakmıştır. 2000 yılında yapımına başlanan ve 2004 yılında elektrik enerjisi üretmeye başlayan Afşin-Elbistan B Termik Santrali ise bugüne kadar toplam 16 milyar Kwh elektrik enerjisi üretmiştir.

Afşin-Elbistan linyit havzası rezervin ve havzanın büyüklüğü nedeniyle linyit rezervinin konumunu belirlemek amacı doğrultusunda A, B, C, D, E, F sektörlerine bölünmüştür. Havzada toplam 4,6 milyar ton linyit bulunmaktadır. Yaklaşık 120 km^2'lik bir alanı kapsayan linyit havzası; Kışlaköy (A), Çöllolar (B) ve Afşin (C) adı verilen üç ana sektör ile D, E ve F sektörlerinden oluşmaktadır. Havzanın ortasından geçen Hurman Çayı'nın batısındaki linyit rezervi, C ve E sektörleri, doğusundaki linyit rezervi A, B, D, F sektörleri ile tanımlanmaktadır (Otto Gold, 1969).

Havzanın fizibilite raporu 1969 yılında hazırlatılmış ve gerek açık işletme derinliğinin Kışlaköy sektörü kuzeyinde düşük olması, gerekse diğer sektörlerde de termik santral kurulması gerektiği düşüncesinden dolayı linyit kazı çalışmalarının ilk olarak Kışlaköy sektöründe başlatılması kararlaştırılmıştır (Özdemir, 2013).

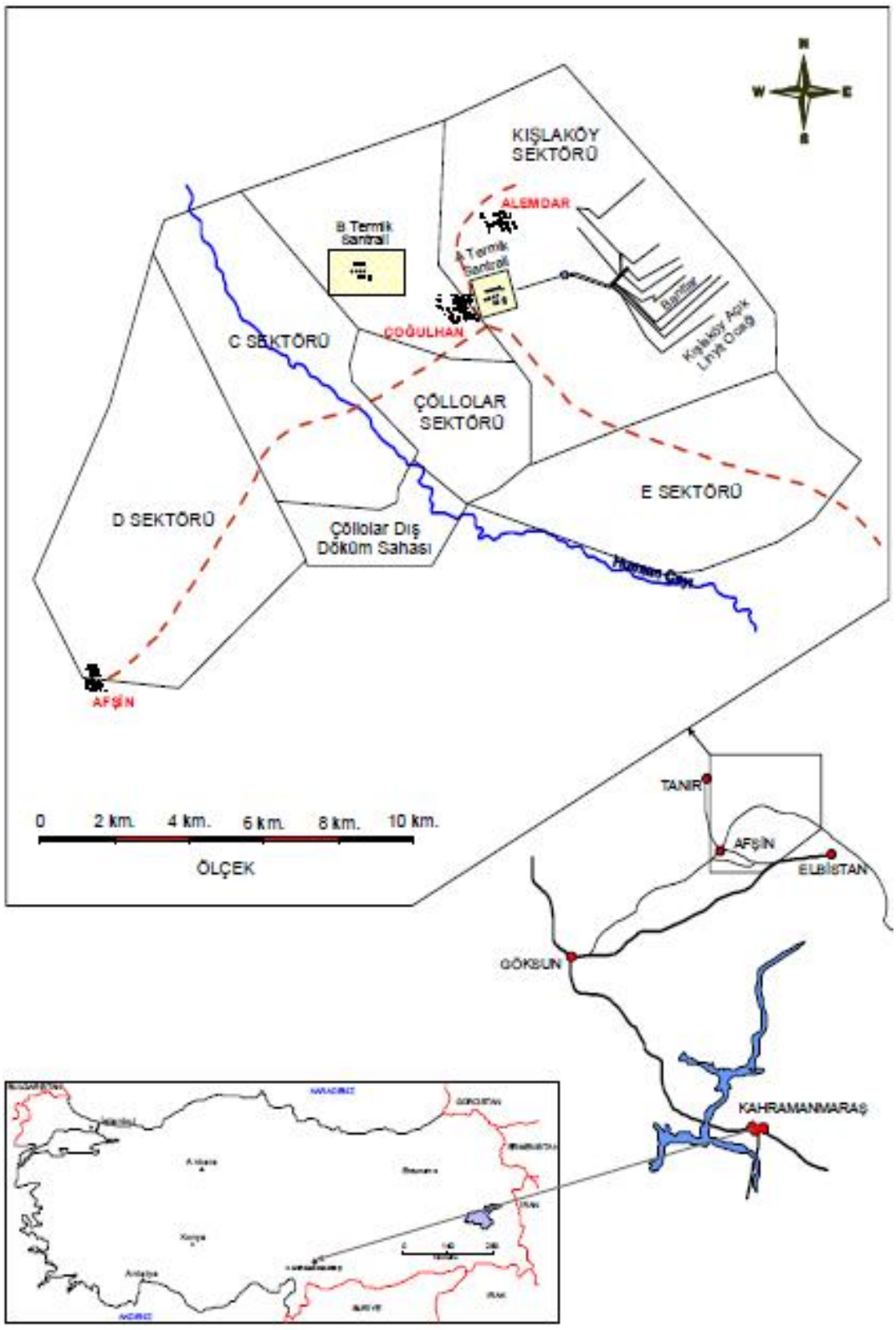
3.1.1.1. Çalışma Alanının Konumu ve Sınırları

Afşin-Elbistan linyit havzası Türkiye linyit rezervlerinin yaklaşık %46'sını oluşturmaktadır. Bu nedenle Ülkemizin enerji üretimini açısından önemli yer tutmaktadır. Havzanın ve çalışma alanı olan Kışlaköy sektörünün genel konumu Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

Çalışma alanı 1/25.000 ölçekli Afşin L 38 a4 paftasında yer alır. İşletme sahası Kahramanmaraş ili Afşin ilçesinin kuzeydoğu'sunda ilçe merkezine 15 km uzaklıktadır.

Kömür havzası A (Kışlaköy), B (Çöllolar), C (Afşin), D (Kuşkayası), E (Çobanbey) ve F sektörlerine ayrılmıştır. Kışlaköy Açık Ocak İşletmesi (AEL) havzanın A sektöründe yer almaktadır. Afşin–Elbistan havzasının batısında Çoğulhan, GD'sunda Kışlaköy yerleşim alanı bulunmaktadır.

Çalışma sahasının etrafı Binboğa, Nurhak ve Engizek dağları ile sınırlanmıştır. Elbistan'ın 3 km Güneydoğusunda, Pınarbaşı'ndan doğan ve Elbistan'ın ortasından geçen Ceyhan ırmağı şehrin can damarıdır. Ceyhan nehrinin havza içindeki önemli kolu Hurman Çayıdır. Hurman Çayı Afşin-Elbistan havzasının batısından başlayıp güneyinde havzayı terk etmekte olup, bu çaya Özdere, Karasu Deresi, Taşınardı Deresi ve Atlaskaya Derelerinin suları karışmaktadır.



Şekil 3.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası (Mert, 2010).

3.1.1.2. İklim, Bitki Örtüsü ve Morfoloji

Afşin-Elbistan linyit havzası Akdeniz iklimi ile kara iklimi arasındaki geçiş sahasında bulunur. Havzanın batı kısmı daha çok Akdeniz ikliminin bir geçiş tipini yansıtmaktadır. Soğuk ve nemli bir kış mevsimi, öte yandan doğu kısmı daha karasal bir iklime sahip olup soğuk bir kış mevsimi, sıcak ve kurak bir yaz mevsimi görülür.

Yağışlar yıl içerisinde en çok ilkbahar da Mart-Nisan, sonbahar da Ekim-Kasım aylarında görülür. Kuzeyden esen poyraz rüzgarları, güneybatıdan esen lodos rüzgarları daha çok görülür. Poyraz rüzgarları kışın kar, Lodos rüzgarları ise bölgeye bol miktarda yağmur getirir.

Yarı kurak iklime sahip olan bölgede bitkiler ve ağaçlar yavaş büyüme eğilimindedir. Yarı kurak iklim tipine dayanıklı ağaç türlerinden Ardıç, Meşe, Karaçam ve Sedir türleri bölgede varlığını sürdürmektedir. Özellikle dere kenarlarında söğüt ve selvi ağaçları bulunmaktadır. Çevredeki dağlık kesim kireçtaşlarıyla kaplı olup, bitki örtüsü bakımından çıplaktır. Ovada ise buğday, pancar, fasulye, patates ve ayçiçeği ekimi yapılmaktadır. Hayvancılık az gelişmiş olmakla birlikte sığır ve koyun yetiştirilmektedir.

Elbistan çöküntü alanını kuzeyden ve doğudan sınırlayan dağların yüksek kesimleriyle ova arasında, çeşitli yükselti basamaklarına sıralanmış platolar vardır. 1.500-2.000 metre arasında yer alan bu platolar Ceyhan Vadisi aracılığıyla Akdeniz ikliminin etkilerini taşır. İnceleme alanı Afşin–Elbistan Ovası içinde yer almakta olup, ortalama 1.200 m yüksekliğindedir. Kışlaköy Açık İşletmesinin doğusunda yer alan ve işletmeyi sınırlayan Kızıldağın yüksekliği 1.700 m'dir.

3.1.1.3. İşletme Yöntemi

İşletmede, döner kepçeli ekskavatörler (DKE) tarafından kazılan örtü malzemesi ve kömür, bantlar aracılığıyla bant aktarma noktasına gönderilmektedir. Bant aktarma noktasında, kazı sahasından gelen bantlar, hareketli tamburlar aracılığıyla döküm sahasına giden uygun bir banta göre kolaylıkla ayarlanabilmektedir. DKE'ler yardımıyla kazılan linyitin tamamını stok sahasına

gönderilmekte, örtü malzemesi ise dökücüler tarafından dış ya da iç döküm sahasına serilmektedir.

DKE'ler yaklaşık 3.000 m^3/saat yerinde kazma, bulunduğu noktadan 30 m yüksekliğe ve 4 m aşağısına kadar olan kesimde kazı yapabilme kapasitesine sahiptir. Duruma göre DKE'ler aynı basamakta istenilen yüksekliğe kadar kademeler halinde kazı yapabilmektedir. Kazı sahasındaki basamak yükseklikleri kazı verimi açısından kepçe çark yarıçapına (çark çapı= 12,25 m) orantılı olarak en çok 18-20 m seviyelerinde tutulmaya çalışılmaktadır. Bant konveyörlerin genişliği 1.800 mm, hızı 5,2 m/sn'dir. Basamaklar ilerledikçe kazıcıdan gelen örtü malzemesini taşıyan bantlar, ya açısal ya da paralel olarak bant kaydırma makineleriyle kaydırılmaktadır.

3.1.1.4. Havzanın Genel Jeolojisi

Afşin–Elbistan Havzası Alp Orojenezi sonunda Toros Dağları'nın yükselmesi sırasında oluşmuş kapalı bir basendir. Deniz seviyesinden yaklaşık 1.150 m yüksekliktedir. Sahanın tabanını Permo–Karbonifer yaşlı kireçtaşları teşkil etmektedir. Sahanın kuzeydoğu ve doğusunda yeralan Kızıldağ pembemsi, beyazımsı kristalize kireçteşlarından oluşmuş olup Üst Kretase yaşlıdır. Havzada daha çok Neojen formasyonları yer almaktadır. Havzanın batı kesiminde linyit formasyonu da bu zamanda meydana gelmiştir (Şekil 3.2-3).



Şekil 3.2. Taban kilinden bir görünüm (Mert, 2010)



Şekil 3.3. Linyit horizonundan bir görünüm; Eğimli tabakalar (Mert, 2010)

Neojen; Plio-Pleistosen yaşlı gölsel formasyonlar şeklinde Kızıldağın güneyinde mostra vermekte olup, diğer yerlerdeki Kuvaterner yaşlı çökeller tarafından örtülmüş durumdadır (Şekil 3.4-5).

Akarsu sedimanları çakıl, kumlu kil ve kahverengimsi kırmızı renkli lehm Kışlaköy açık işletme sahasında havza tabanını meydana getiren dolomit ve kireç taşlarının üzerinde yer alır. Bu sedimanlar yukarıya doğru ince taneli klasik materyaller halinde çoğalmakta ve kömür altında kalın kil tabakası halinde devam etmektedir. Killer güneybatıya doğru marnlaşmakta hatta bazen tamamen marn'a dönüşmektedir. Kömür sahasının sınırı dışında bu tabakalar kumlu kısmen de çakıllı metaryaller yamaç molozu ile geçiş göstermektedir.

Havzanın yapısal jeolojisi esas olarak iki faktör tarafından belirlenmektedir. Bunlar Alp orojenezi ve Pliosen esnasındaki daha genç çökelmelerdir. Alp orojenezi havza tabanı ve kenarlarındaki normal ve ters atımlı fayları meydana getirmektedir. Pliosen grabeni de KB-GD istikametindeki faylar boyunca bu zayıf zonları takip etmektedir. Havzanın kuzeyindeki zayıf zonlar KB'ya doğru dönmektedir. Hemen hemen paralel olan bu faylar Kışlaköy açık işletmesinin kuzeydoğusunda yoğunlaşmakta ve sentetik fay basamağı meydana getirmektedir. Bundan dolayı yer yer tali bölümler meydana gelmiştir. Açık işletmenin kuzeybatısını da etkileyen fayların düşey atımları 50 m civarındadır. İşletme sahasında ise kömür tabakaları 3-20 m arasında atılmışlardır. Fayların eğimleri 60-70 derece GD'ya eğimlidir. Yalnız kuzeydoğuda tektonizmaya fazla maruz kalan sahada kısmen 15 dereceye kadar ulaşmaktadır (Öztürk, 1994).

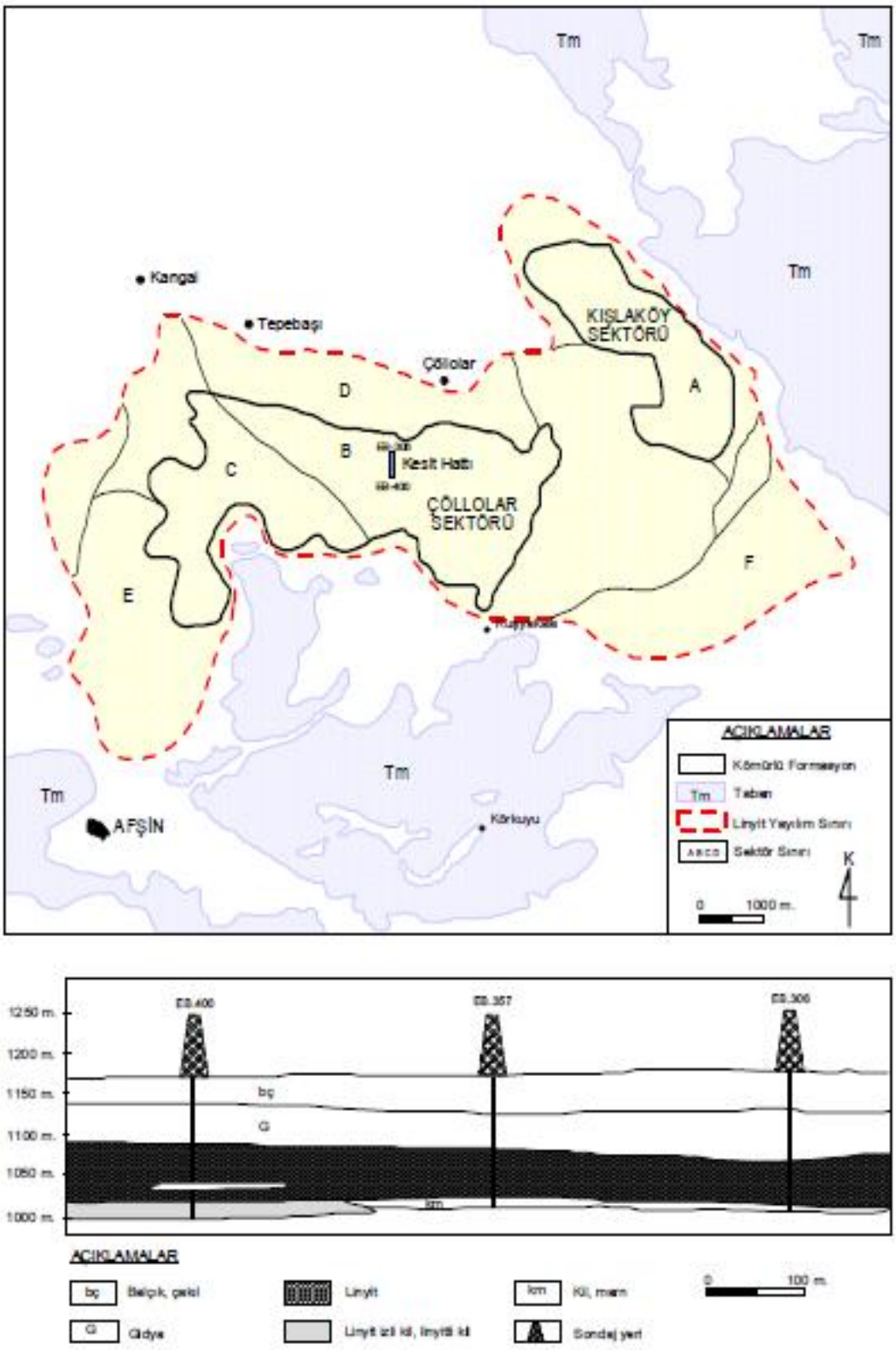
3.1.1.5. Havzanın Hidrojeolojik Özellikleri

Sahanın yüzey hidrojeolojisini Çoğulhan ve Demirdere gibi küçük çaylar etkilemektedir. Kızıldağ'ın batı ve kuzey yamaçlarından çıkan yüzey sularını kontrolde tutmak için doğu çevre kanalı ve batı çevre kanalı adı verilen iki büyük kanal yapılmıştır. Doğu çevre kanalı hem yüzey sularını hem de karstik sahadan pompalanan suları toplamaktadır. Batı çevre kanalı ise, çevre suları yanı sıra üst Akifer ve Gidya kuyularından pompalanan suları toplamaktadır.

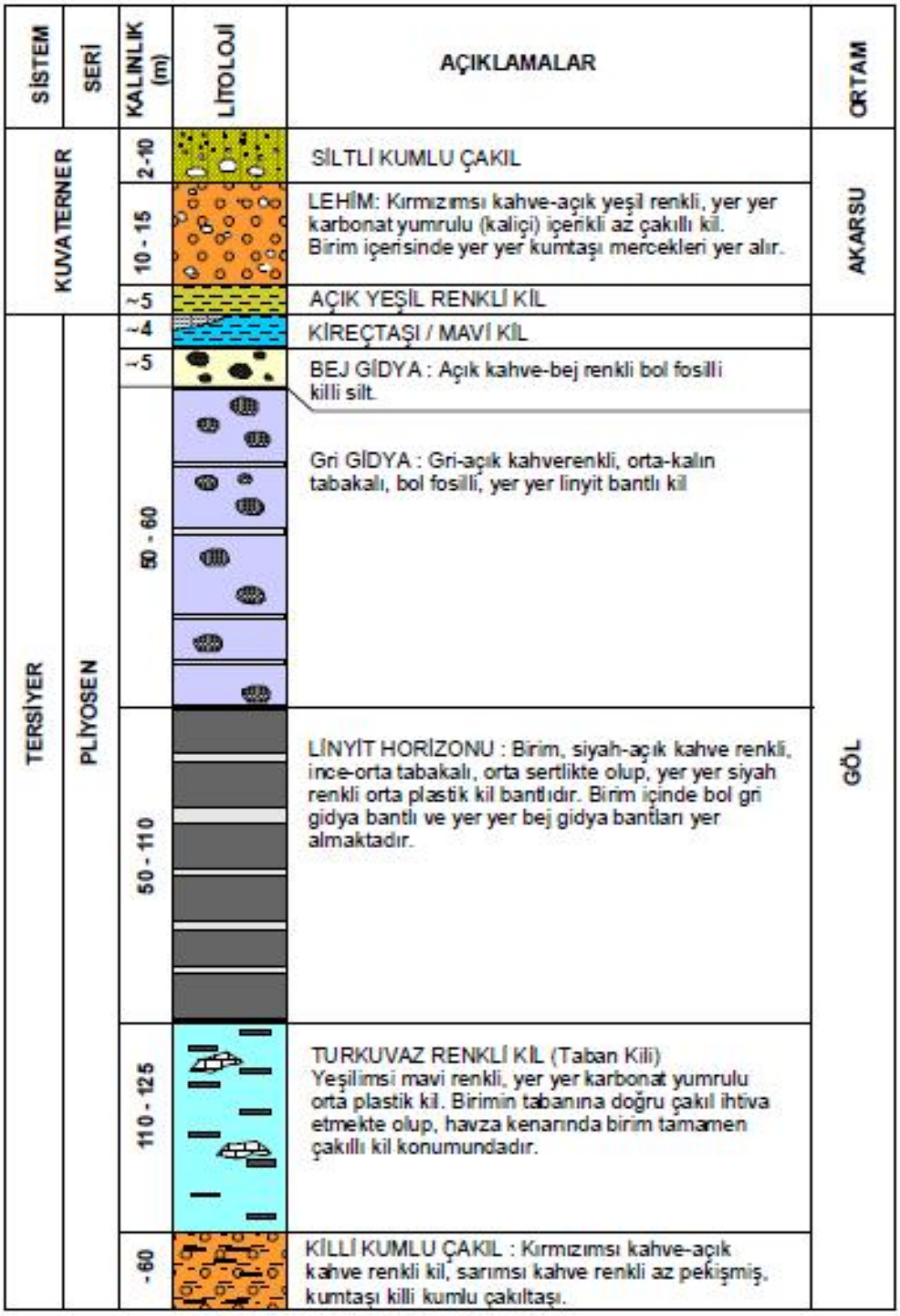
Yeraltı su drenajı ise şu şekildedir. Genellikle kömür üstünde bazende

kömürle ara tabakalı gidya %50-70 arası su içermektedir. Gidya da bulunana su başınçlı akifer özelliğini taşımaktadır. Üst seviyesinden yaklaşık 2-3 atm basıncında bir yükselti göstermektedir. Geçirimliliği azdır ve suyu bırakmamaktadır. Geçirimliliğinin azlığı dolayısıyla yeraltı suyunun gidya akiferi içinde akışı çok yavaştır.

Üst akifer Kuvaterner yaşlı çakılların içerdiği suyun bol olmayışı ve geçirimliliği nedeniyle fazla problem teşkil etmediğinden gidya ve üst akiferler drenajı için aynı su kuyusu açılmaktadır. Geçirgenliğin azlığı nedeniyle gidyanın drenajı oldukça zordur. Sudan yeterince arındırılmamış gidya formasyonunun kazılması ve yığılması çok güçtür. Gidyanın drenajı için işletme sahasının kuzeybatısında 200 adet 125 m aralıklı ve 1.000 mm çaplı drenaj kuyuları açılmıştır. Gidya kuyularının su hızları 0,3-0,5 lt/sn'dir. Bu nedenle kuyulara düşük kapasiteli su altı pompalar monte edilmiştir (Öztürk, 1994).



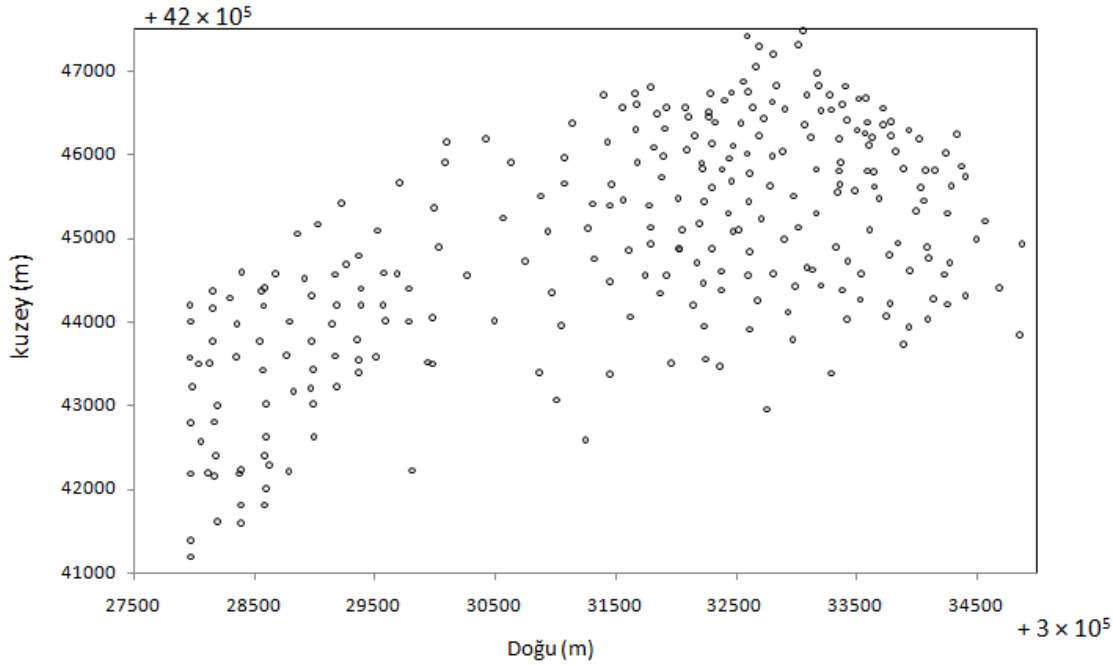
Şekil 3.4. Afşin-Elbistan ve çevresinin genelleştirilmiş jeoloji haritası ve kesiti (Gökmen ve ark., 1993; Mert, 2010).



Şekil 3.5. Çalışma alanına ait genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesit (Akbulut ve ark., 2007: Mert, 2010'dan)

3.1.2. Sondaj Verileri

Çalışma alanı olan Afşin-Elbistan linyit sahasında önceki yıllarda Maden Tetkik ve Arama (MTA) tarafından 280 adet karotlu sondaj yapılmıştır. Sondaj lokasyonlarının dağılımı Şekil 3.6'da görülmektedir. Sondaj verileri; sondaj numaraları ve sondaj noktalarının 3 boyutlu koordinat değerlerinden (X, Y, Z) oluşmaktadır.



Şekil 3.6. Sondaj lokasyonlarının dağılımı

3.1.3. Netpro/Mine Programı

Netcad, Hacettepe Üniversitesi Maden Mühendisliği, TKİ ve TÜBİTAK işbirliğiyle maden yatağının bulunmasından üretimin tamamlanması aşamasına kadar tüm teknik tasarımın yapılabilmesini sağlayan Türkiye'nin ilk yerli ürünü olan Netpro/Mine mühendislik uygulamasını Aralık 2010 tarihinde kullanıma sunmuştur. Netpro/Mine yazılımı hala ilgili kurumlar tarafından geliştirilmeye devam

edilmektedir. Netpro/Mine %100 yerli bilgi ile geliştirilen yazılımın Türkçe ve İngilizce sürümleri mevcuttur.

Netpro/Mine maden yatağı modelleme ve maden işletmeciliğinin tüm aşamalarını bir arada gerçekleyen Netcad modülüdür. Veri girişi, sayısal arazi modeli oluşturma, 3B görüntüleme ve sayısallaştırma, jeolojik katı modelleme, blok modelleme, jeoistatistiksel kaynak ve rezerv kestirimi, işletme tasarımı ve üretim planlaması gibi tüm araçların Netcad çatısı altında kullanılabilmesini sağlar.

Ulusal kaynaklı bir program olduğundan dolayı ve kullanım dili avantajı ile önümüzde ki yıllarca madencilik faaliyetleri gerçekleştiren kişiler tarafından tercih edilen bir program olacağı düşünülmektedir (Özdemir, 2013).

3.2. Metod

3.2.1. Sondaj Verilerin Girişi

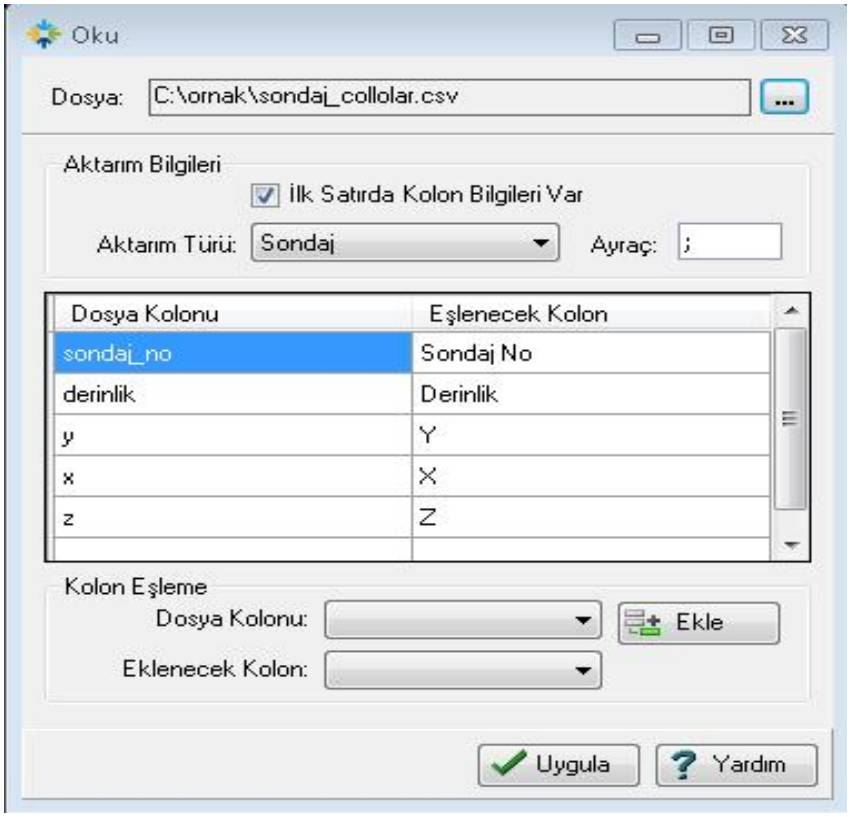
Netpro/Mine ile proje oluşturabilmek için sondaj verilerine ait 4 adet veritabanı tablosunun en az aşağıdaki kolonlarla mevcut olması gerekmektedir;

- Sondaj; sondaj no, derinlik, X, Y, Z
- Açı; sondaj no, derinlik, başlangıç, bitiş, doğrultu, eğim
- Litoloji; sondaj no, başlangıç, bitiş, litoloji
- Ham Örnekleme; sondaj no, başlangıç, bitiş, numune değerleri (tenör, ısıl değer, kül, nem, vs…)

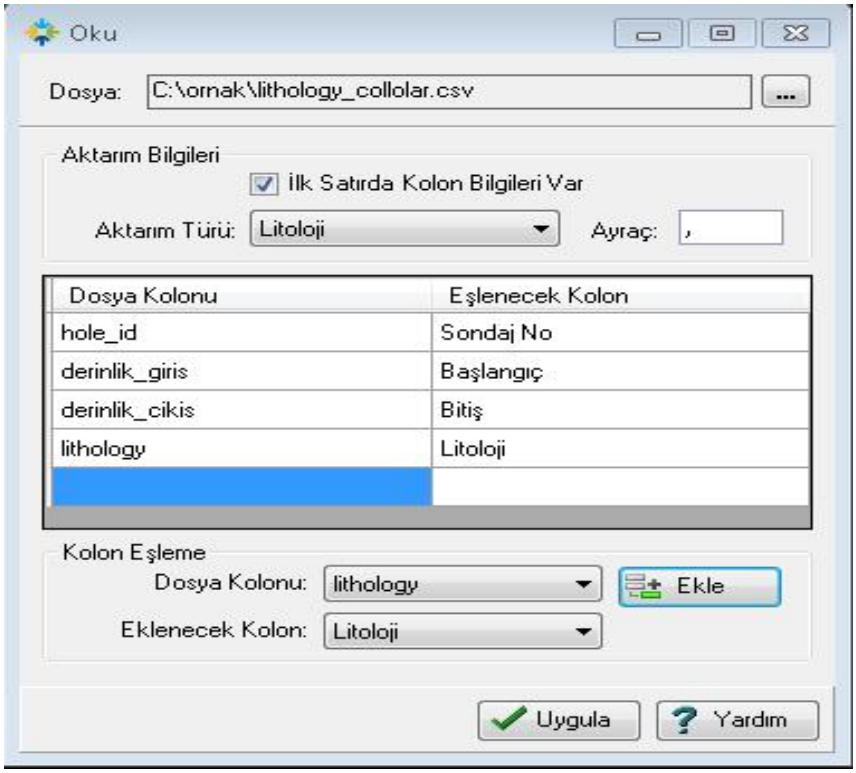
CSV formatında hazırlanmış veritabanı tablosu, aktarım türü, kullanılan ayraç seçilerek, tablo kolonları birebir eşleştirilir ve “tamam” butonuna basılarak tablo bilgileri boş axcess (*.mdb) dosyası içine aktarılır. “Kolon Eşleme” bölümünden her bir dosya kolonunun eklenecek kolonda bulunan karşılığı seçildikten sonra “Ekle” ile eşleştirme onaylanmalı ve tüm kolonlar için bu işlem ile eşleştirilme yapıldıktan sonra “Tamam” ile aktarım gerçekleştirilmelidir. Bu işlem her bir tablo için ayrı ayrı

yapılmalıdır. Aktarılacak tablolar aşağıda belirtilmiş ve aktarım pencereleri Şekil 3.7-10'de verilmiştir.

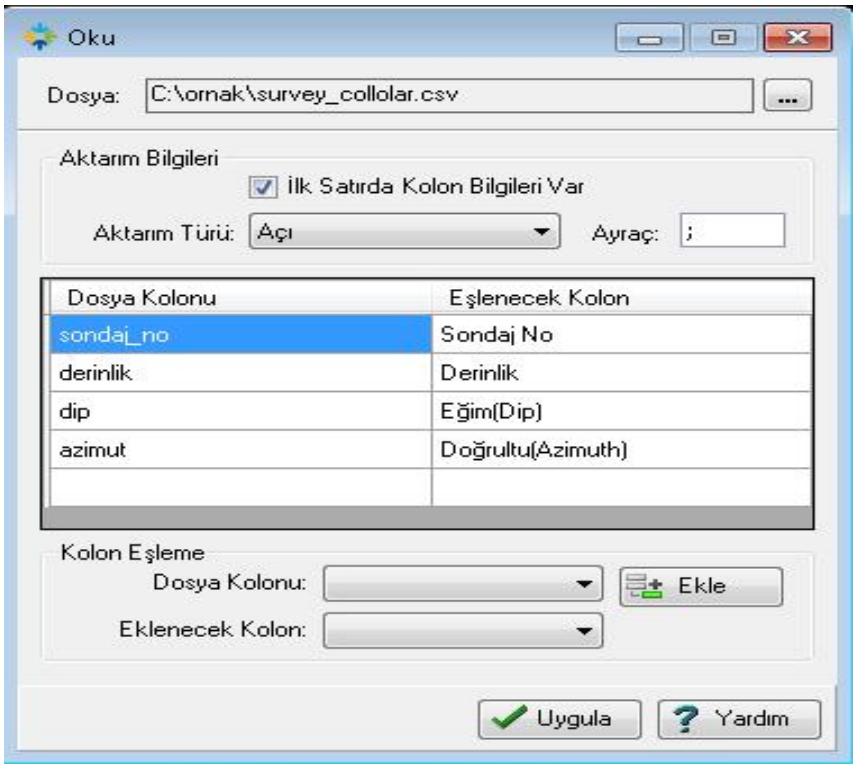
- Sondaj
- Açı
- Litoloji
- Ham Örnekleme



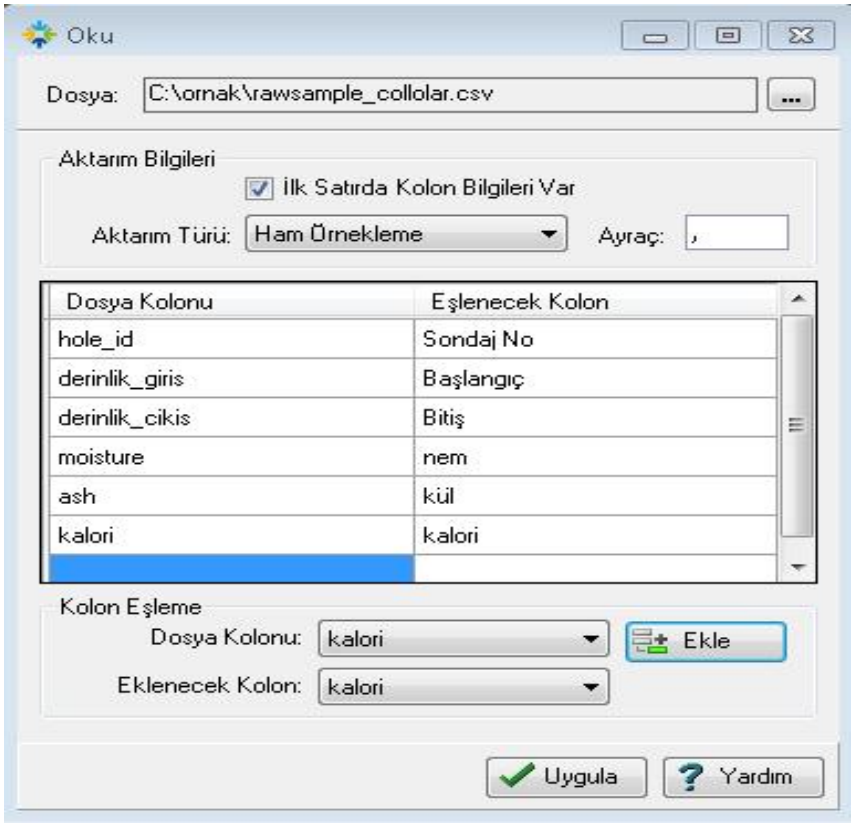
Şekil 3.7. Sondaj tablosunun içeri aktarımı



Şekil 3.8. Litoloji tablosunun içeri aktarımı



Şekil 3.9. Açı tablosunun içeri aktarımı

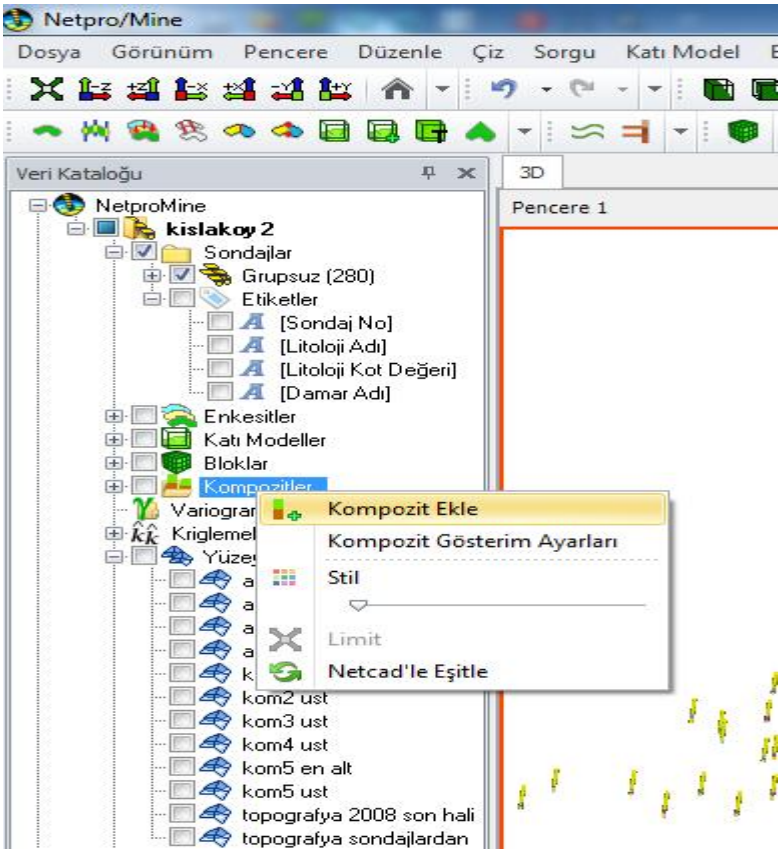


Şekil 3.10. Ham örneklem tablosunun içeri aktarımı

3.2.2. Kompozitleme

Sondajlardan alınan karotların uzunlukları farklıdır. Farklı uzunluktaki karotları, aynı uzunluktakı karotlara dönüştürmek amacıyla kompozit(eşdeğer örnek uzunluğu)leme işlemi uygulanmaktadır. Kaynak ya da rezerv kestirimleri kompozit verileri üzerinde yapılmaktadır.

Veri kataloğunda bulunan “Kompozitler” tabakası üzerinde fara sağ tuş menüsünde veya proje üzerinde fara sağ tuş menüsünde bulunan “Kompozit Ekle” komutu ile işlem gerçekleştirilebilmaktedir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. kompozit ekle menüsüne erişim

Açılan “Kompozit Ekle” penceresinden uygun parametreler girilmektedir (Şekil 3.12).

Kompozit Uzunluğu: Oluşturulmak istenen kompozitlerin birim uzunluğudur. Kaba bir yaklaşım olarak kompozit uzunluğu, örneklerin ortalama uzunluğundan biraz büyük seçilebilir.

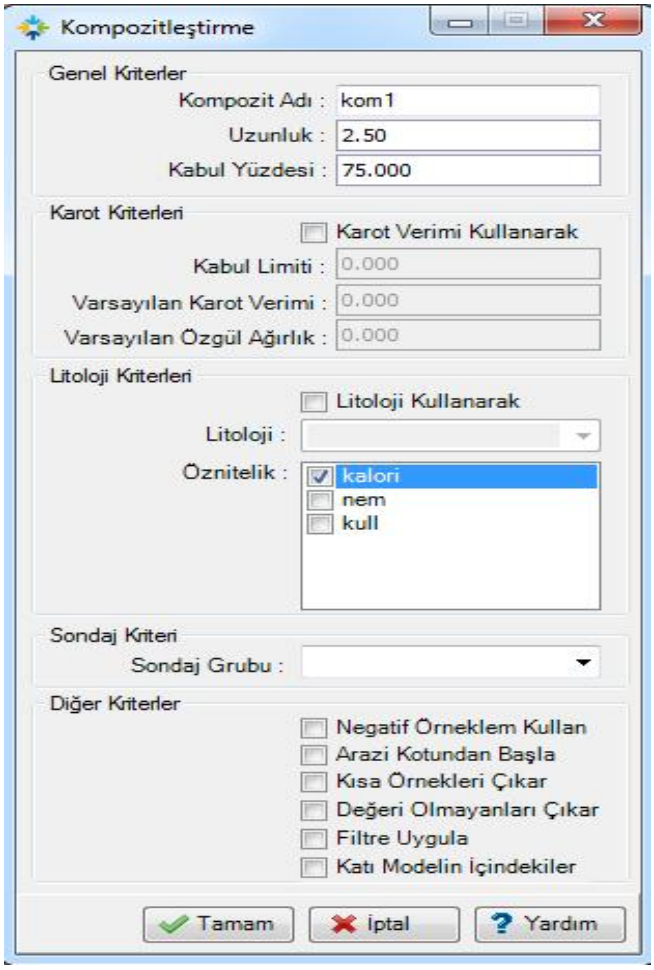
Kabul Yüzdesi: Kompozitleme sırasında kompozit uzunluğundan daha kısa uzunlukta örnekler elde edilebilir. Kabul yüzdesi, kabul edilebilir en küçük örnek uzunluğu belirlemek amacıyla kullanılır. Örneğin kompozitleme 3 m uzunluk için yapılıyorsa %50 kabul yüzdesi 0,5 x 3 = 1,5 m uzunluğa kadar örneklerin 3 m’lik kompozit örnekler olarak dikkate alınacağını ifade etmektedir.

Litoloji Kullanarak Kompozitleme: Kompozitleme işleminin litoloji belirtilerek yapılabilmesidir. Bu durumda bir ya da birkaç litolojik birim seçilerek kompozitleme işleminin yapılması gereken kısımlar belirtilir. “Litoloji Kullanarak”

seçeneğinin pasif olması durumunda ise, kompozitleme işlemi tüm litolojik birimler dikkate alınarak yapılır.

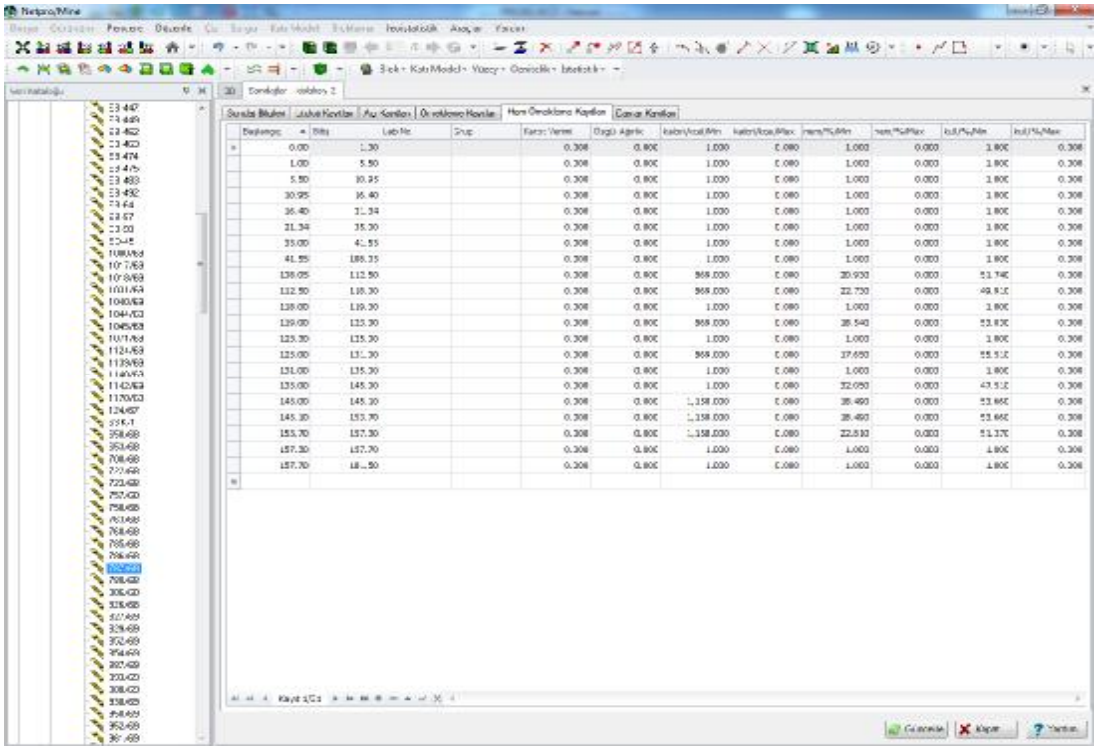
Karot Verimi: Karotiyerin bir ilerlemesi sonucu (manevra boyu) içerisine aldığı karot parçalarının toplam uzunluğunun, karotiyerin ilerleme boyuna (manevra boyu) oranının yüzde olarak ifadesidir.

Özgül Ağırlık: Birim hacim ağırlığıdır (NETCAD, 2012).

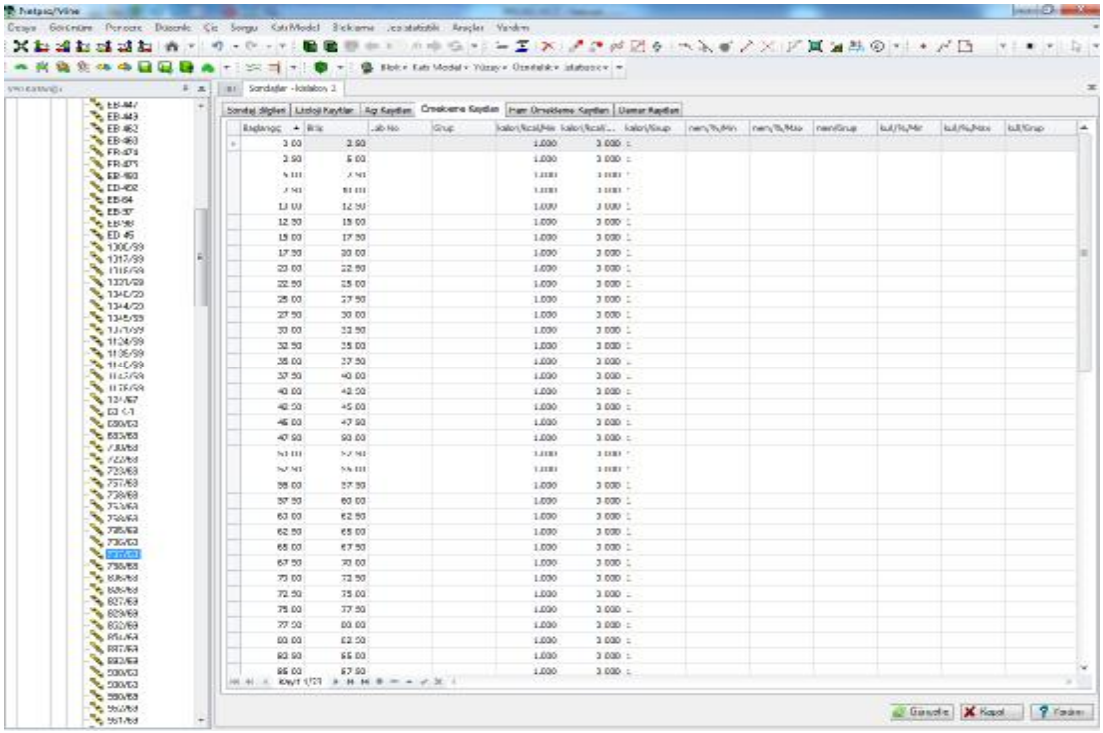


Şekil 3.12. Kompozitleme değerleri

Kompozitleme sonunda verilen parametrelere göre "Ham Örnekleme Kayıtları" yeniden düzenlenerek "Örneklem Kayıtları"na aktarılır (Şekil 3.13-14).

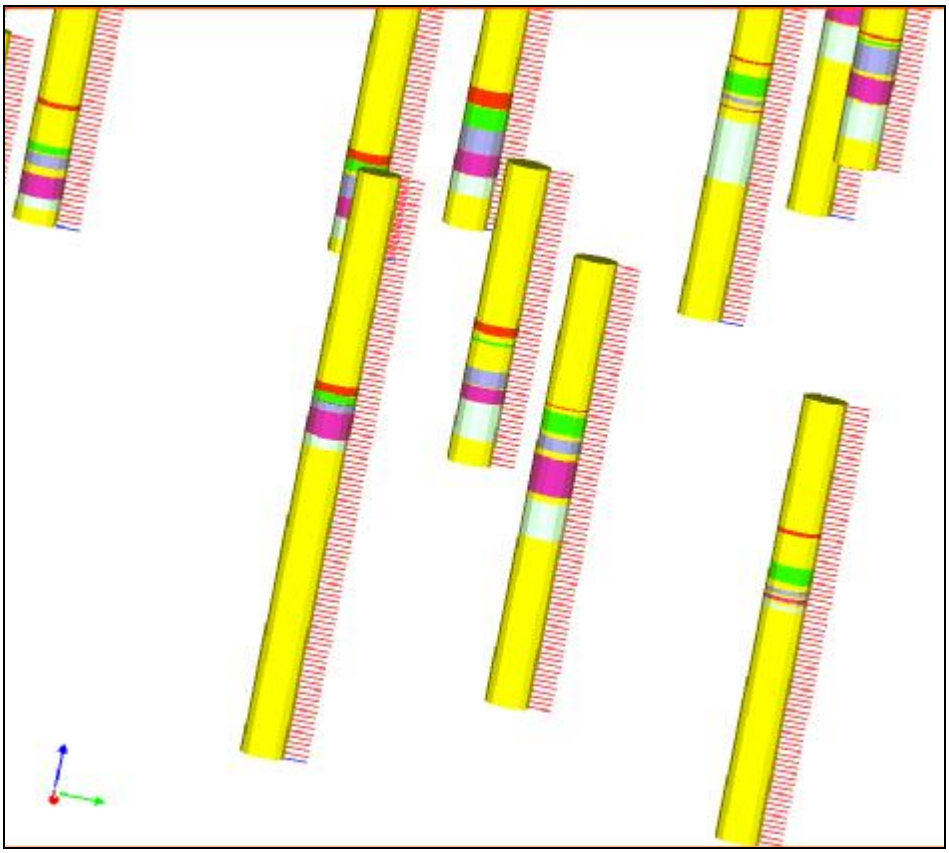


Şekil 3.13. Kompozitleme yapılmadan önce değerler



Şekil 3.14. Kompozitleme yapıldıktan sonra değerler

Oluşturulan kompozitler 3B ekranın da proje üzerinde fare sağ tuş menüsü ile kompozitleri göster seçeneği aktif hale getirilerek oluşturulan kompozitler görüntülenebilir (Şekil 3.15).

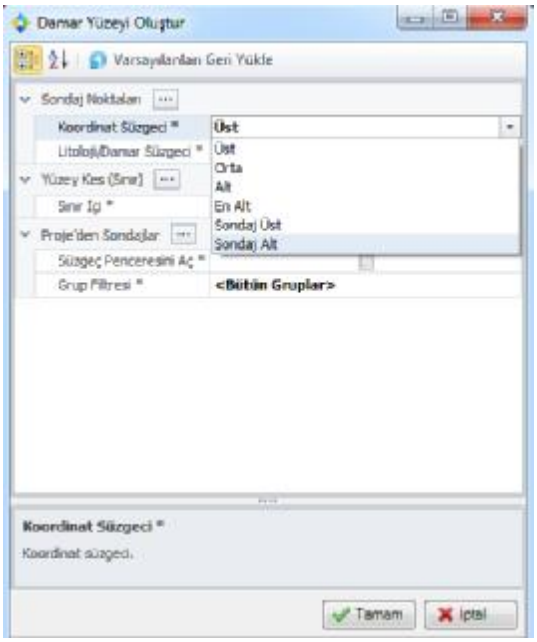


Şekil 3.15. Kompozit görünümü

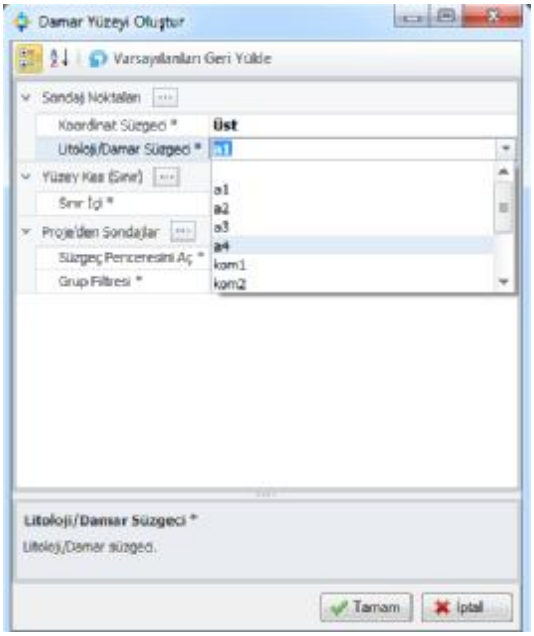
3.2.3. Yüzey Modelleme

En yakın komşu, ters uzaklık ve kriging yöntemleriyle noktaların kestirimi veya kestirim yapılmadan damarların üst, orta, alt, en alt yüzeyleri oluşturulabilmektedir (Şekil 3.16). Ayrıca, kullanıcı istediği litolojiyi Şekil 3.17'de görüldüğü gibi istenilen litoloji seçilerek o litolojiye ait yüzeyleri oluşturabilmektedir (NETCAD, 2010). Bu şekilde elde edilen bir yüzey örnek olarak Şekil 3.18'da verilmiştir.

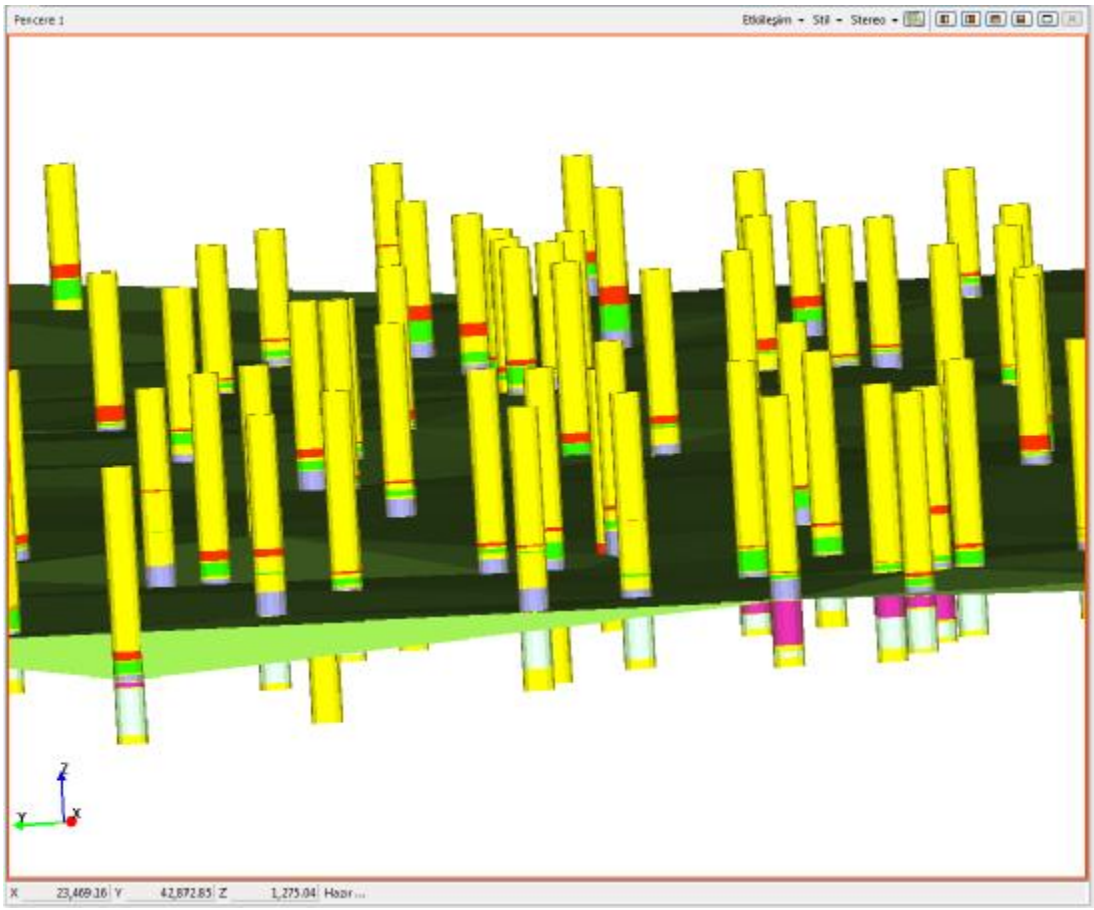
Bilgisayar programı oluşturulan yüzeylere ait yüzey alanı, üçgen sayısı, ortalama kot, minimum ve maksimum koordinat değerlerini kullanıcıya sunmaktadır (Şekil 3.19).



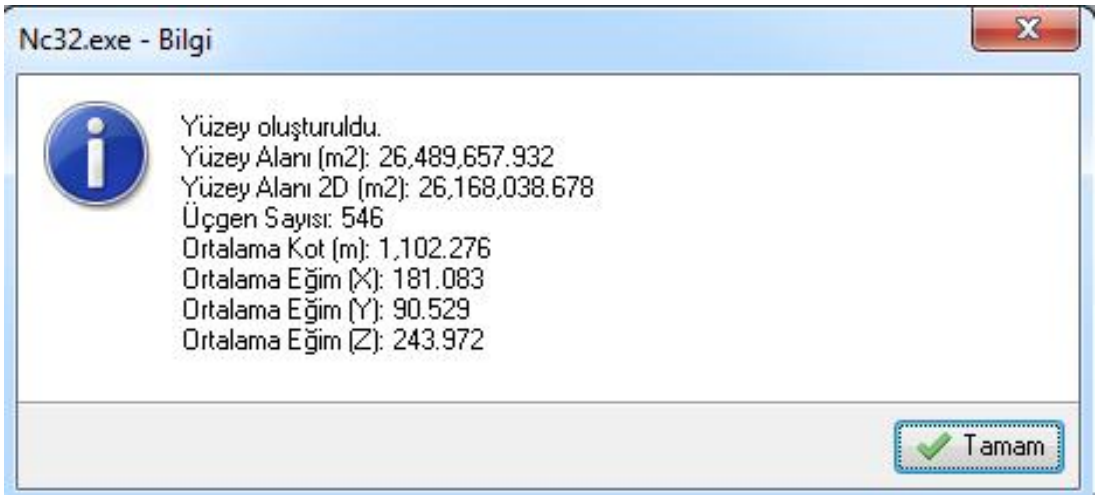
Şekil 3.16. Koordinat seçimi tablosu



Şekil 3.17. Litoloji seçimi tablosu



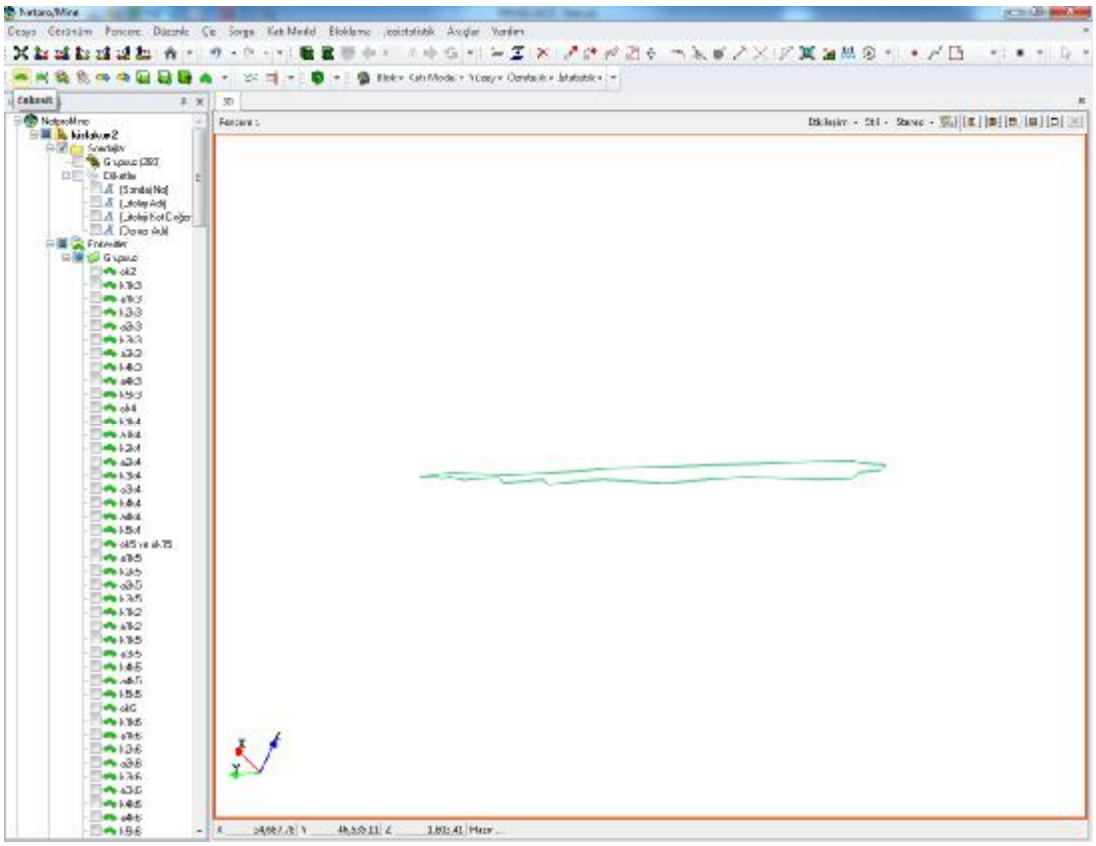
Şekil 3.18. Üst yüzey görünümü



Şekil 3.19. Oluşan yüzey değerleri

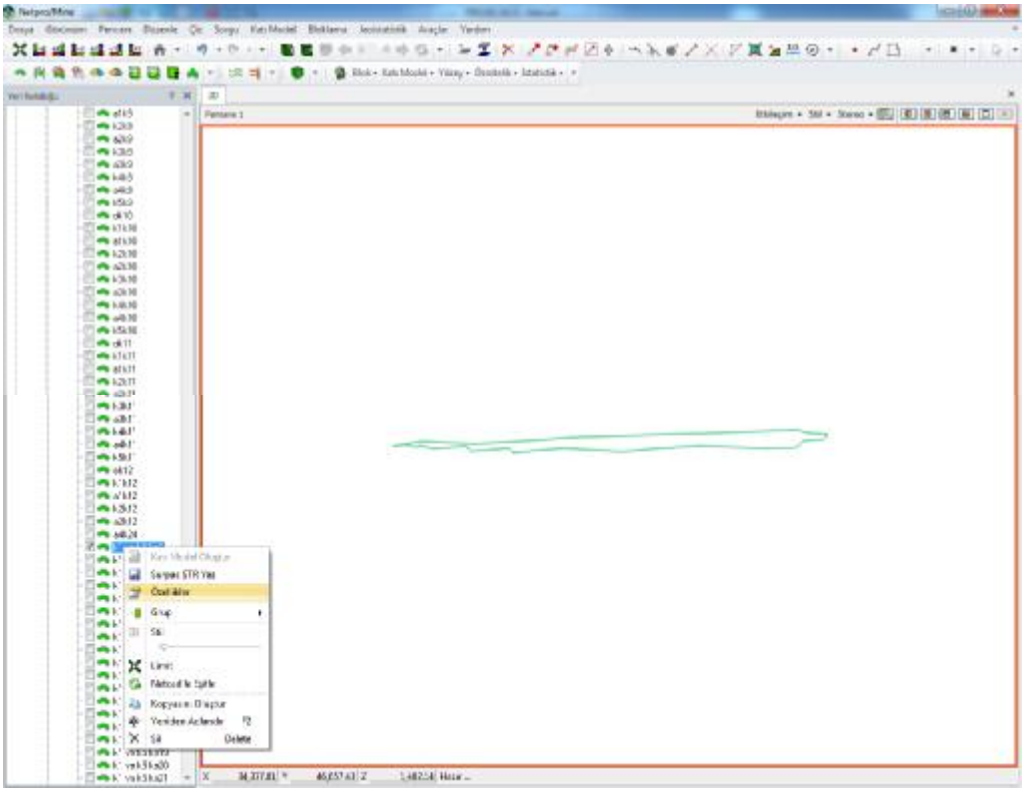
3.2.4. Enkesit Modelleme

Arazi boyunca alınan kesitlerin korelasyonu ve sayısallaştırma işlemleri için, alınan kesitler boyunca Enkesit oluşturma işlemi yapılmaktadır (Şekil 3.20).

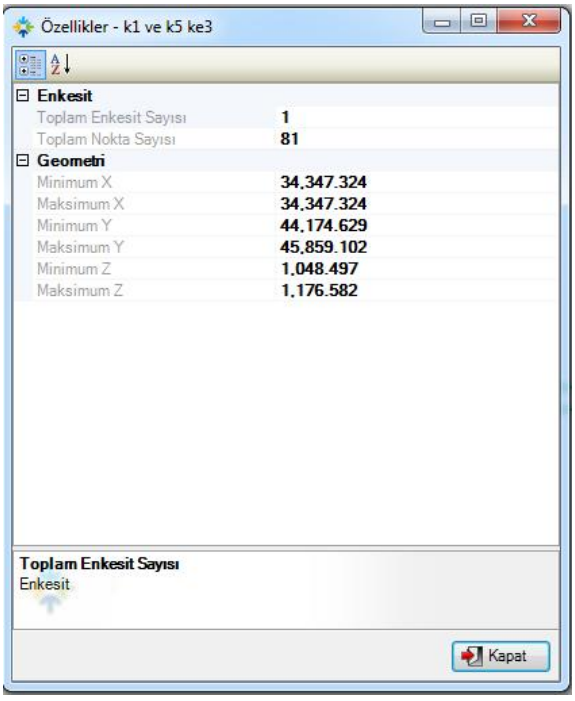


Şekil 3.20. Enkesit oluşturma

Sayısallaştırma işleminin sona erdirebilmek için, fara sağ tuşu kullanılmalıdır. Sayısallaştırma işlemi sonucu oluşturulan hatlar veri kataloğunda bulunan “Enkesitler” tabakası altında tutulur. Oluşturulan herhangi bir enkesit tabakasında fara sağ tuş menüsü ile gelen “Özellikler” butonu kullanılarak, tabakada saklanan toplam enkesit ve nokta sayısı alınabilmektedir (Şekil 3.21-22).



Şekil 3.21. Enkesit özelliklerine erişim



Şekil 3.22. Enkesit özelliklerin

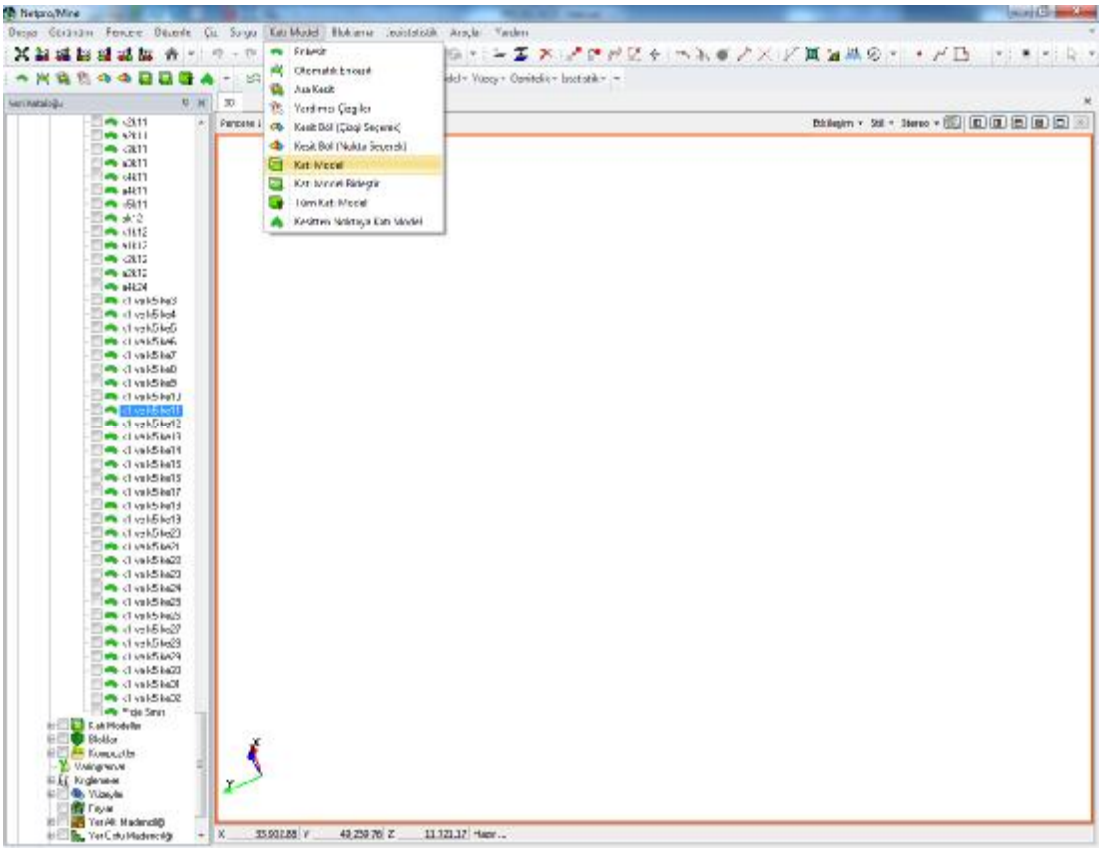
3.2.5. Katı Modelleme

Pratikte uygulanan birbirinden farklı birçok katı modelleme tekniği bulunmaktadır. Bu tekniklerin uygulanma yöntemleri farklı olmasına rağmen aynı işlemi yaptığı bilinmektedir. Bu konuda 3 boyutlu modelleme üzerine yazılan bilgisayar programlarında belirli bir standart yoktur. Farklı bilgisayar programları farklı teknikler kullanabilmektedir. Katı modelleme işleminde kullanılacak olan modelleme tekniğinin seçiminde, maden yatağında bulunan cevherin tipi, cevherin yataklanma türü, çalışma arazisinin jeolojisi gibi birçok parametre göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak bu parametreler değerlendirildikten sonra doğru ve güvenilir bir şekilde katı modelleme işlemi yapılabilir. Bunun dışında planlama yapacak olan kişinin modelleme yöntemleri hakkında bilgi ve tecrübesinin olması gerekmektedir (Özdemir, 2013).

Çalışmada kullanılan Netpro/Mine madencilik programı içerisinde enkesitten noktaya katı modelleme, enkesitlerden katı modelleme ve yüzeyler arası katı modelleme olmak üzere 3 farklı katı modelleme tekniği bulunmaktadır.

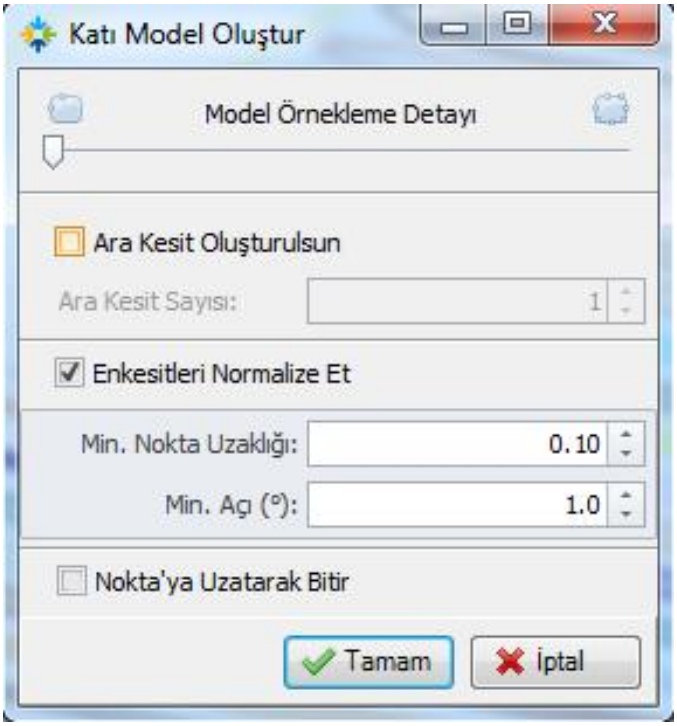
3.2.5.1. Enkesitlerden Katı Modelleme

Tüm enkesitlerin sayısallaştırılması tamamlandıktan sonra katı Model→ katı model komutu kullanılarak sırası ile modeli oluşturacak enkesitler gösterilir. Katı model, kullanıcının gösterdiği bu enkesit sırasına göre oluşturulmaktadır (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. katı model işlemine erişim

Tüm enkesitler sırasıyla gösterildikten sonra fare sağ tuşu ile işlem sonlandırılarak model oluşturulur (Şekil 3.24-25).

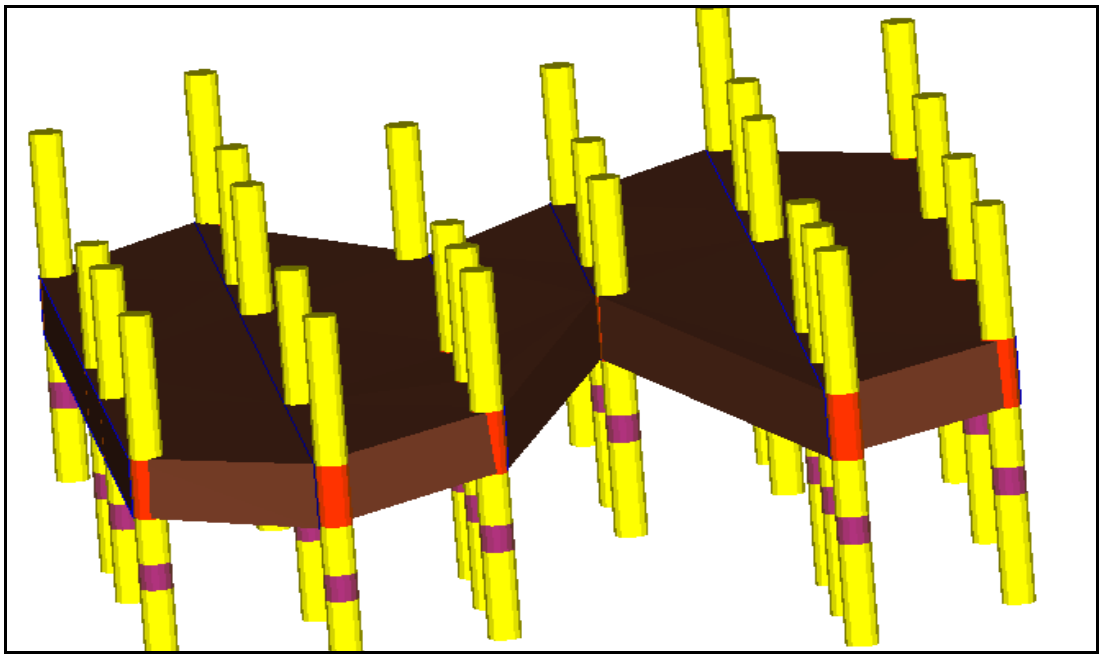


Şekil 3.24. oluşturulacak katı model özellikleri penceresi

Ara Kesit Oluşturulsun: Katı model oluştururken, iki enkesit arasına sanal ara kesitler oluşturmaya yarar.

Enkesitleri Normalize Et: Enkesitler menüsünde yapılan saysallaştırma işleminin aynısıdır.

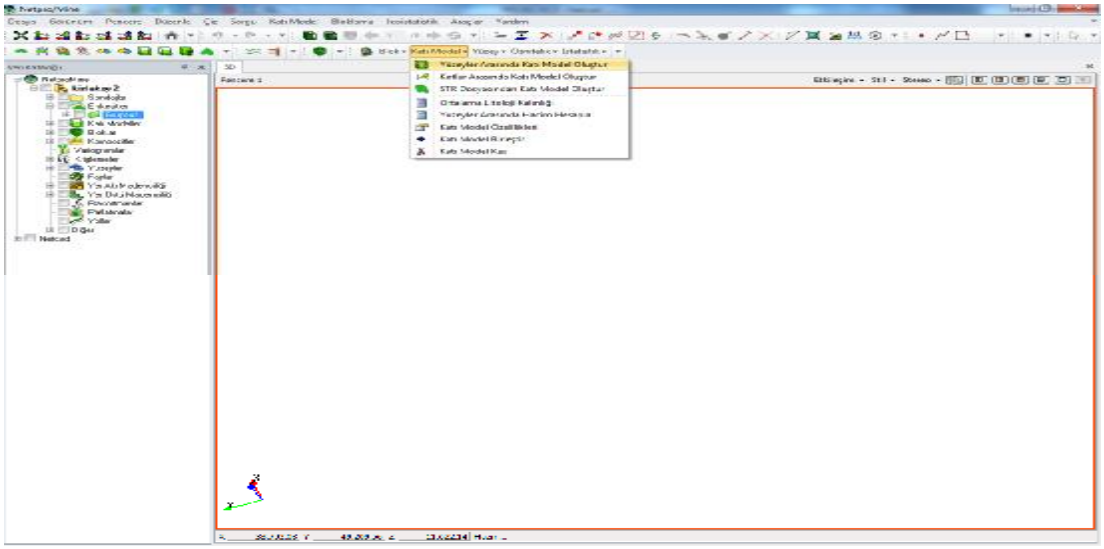
Maksimum Nokta Uzaklığı: İki nokta arasında dıkkate alınan maksimum uzaklık değeridir.



Şekil 3.25. katı model görünümü (Özdemir, 2013)

3.2.5.2. Yüzeyler Arası Katı Modelleme

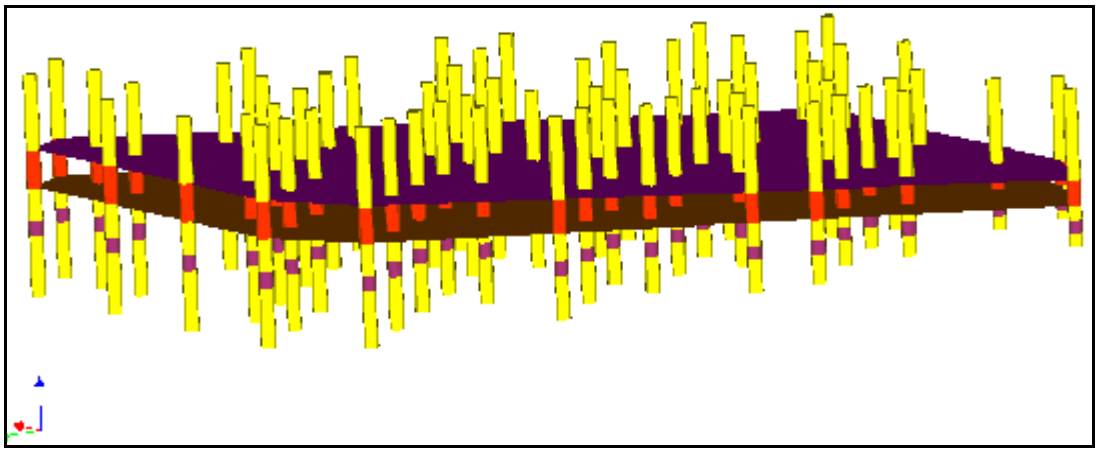
İki yüzeyin arasını katı modeli oluşturmak için menüden katı model→ yüzeyler arası katı modelle seçerek yapılmaktadır (Şekil 3.26).



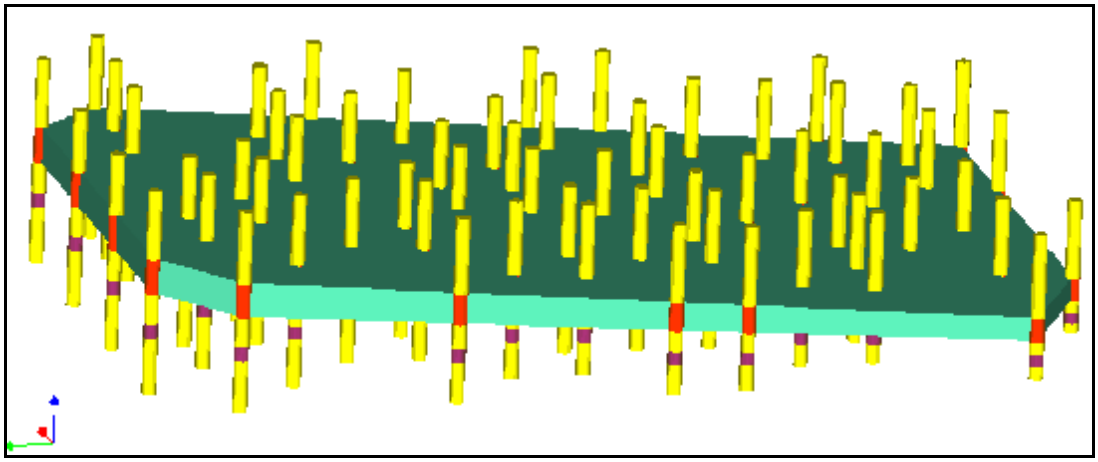
Şekil 3.26. Yüzey arası katı modelleme işlemine erişim

Yüzeyler arası katı modelleme yöntemi, cevher yatağının sınırlarını belirleyen iki yüzeyin (üst ve alt) 3 boyutlu olarak modellenmesi ve bu yüzeylerin arasının modellenerek katı modelin elde edilmesi prensibinden oluşmaktadır. Bu yöntemin avantajı, 3 boyutlu modelleme yapılırken elde edilen yüzeyler sayesinde cevher yatağının sınırları da belirlenmiş olmaktadır.

Şekil 3.27'de sondajlar, cevher başlangıç noktası ve bitiş noktası baz alınarak elde edilen alt ve üst yüzeyler görülmektedir. Şekil 3.28'da ise yüzeyler arası katı modelleme yöntemiyle elde edilen katı modelin görünümü verilmiştir.



Şekil 3.27. Katı modelin elde edilmesi için oluşturulan alt ve üst yüzey görünümü (Özdemir, 2013)



Şekil 3.28. Yüzeyler arası katı modelleme yöntemiyle elde edilen katı model görünümü (Özdemir, 2013)

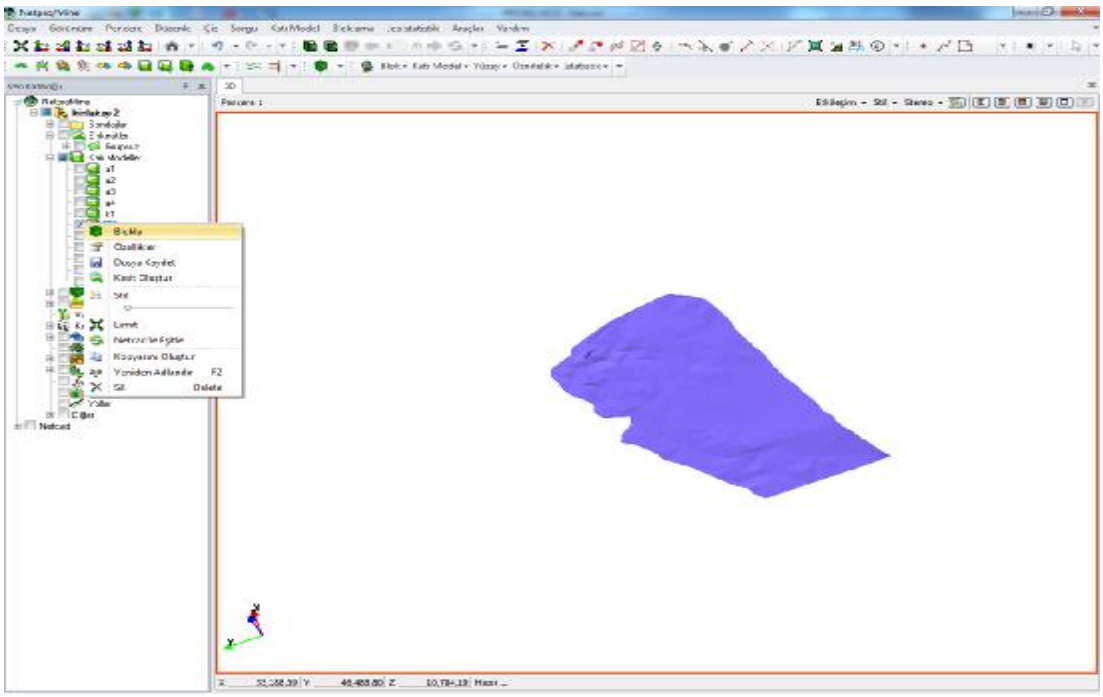
3.2.6. Blok Modelleme

Bir cevher kütlesinin blok modeli, cevher kütlesinin soyut küçük bloklara bölünmesiyle elde edilir. Herhangi bir blok modelde tek bir blok, üçlü indeks sistemi (i, j, k) ile tanımlanabilir. Bu tanımlama genel olarak 3D şeklinde ifade edilir. Bu blokların boyutlarını belirlerken, tenör değişimi, jeolojik devamlılık, makine kapasiteleri, şev stabilitesi ve bilgisayarın veri depolama sınırı gibi faktörler göz önüne alınır (Mert, 2004).

Üç boyutlu blok modelde her bir bloğa jeolojik karakteristikler, metalürjik özellikler ve jeomekanik parametreler atanır. Bu parametrelerin atanması ise, geometrik, ters uzaklık veya jeoistatistik gibi interpolasyon yöntemlerinden biri ile yapılır (Arıöz, 2011).

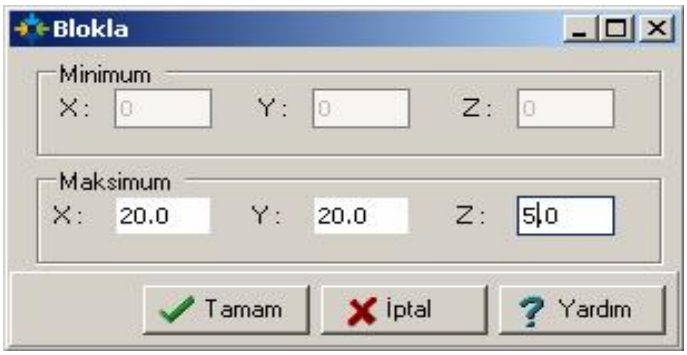
3.2.6.1. Bir Katı Model İçerisine Bloklama

Bu işlem bloklanacak katı modelin veri kataloğunda bulunan tabakası üzerinde fara sağ tuş menüsü ile gelen “Blokla” komutu kullanılarak yapılabilmektedir (Şekil 3.29).

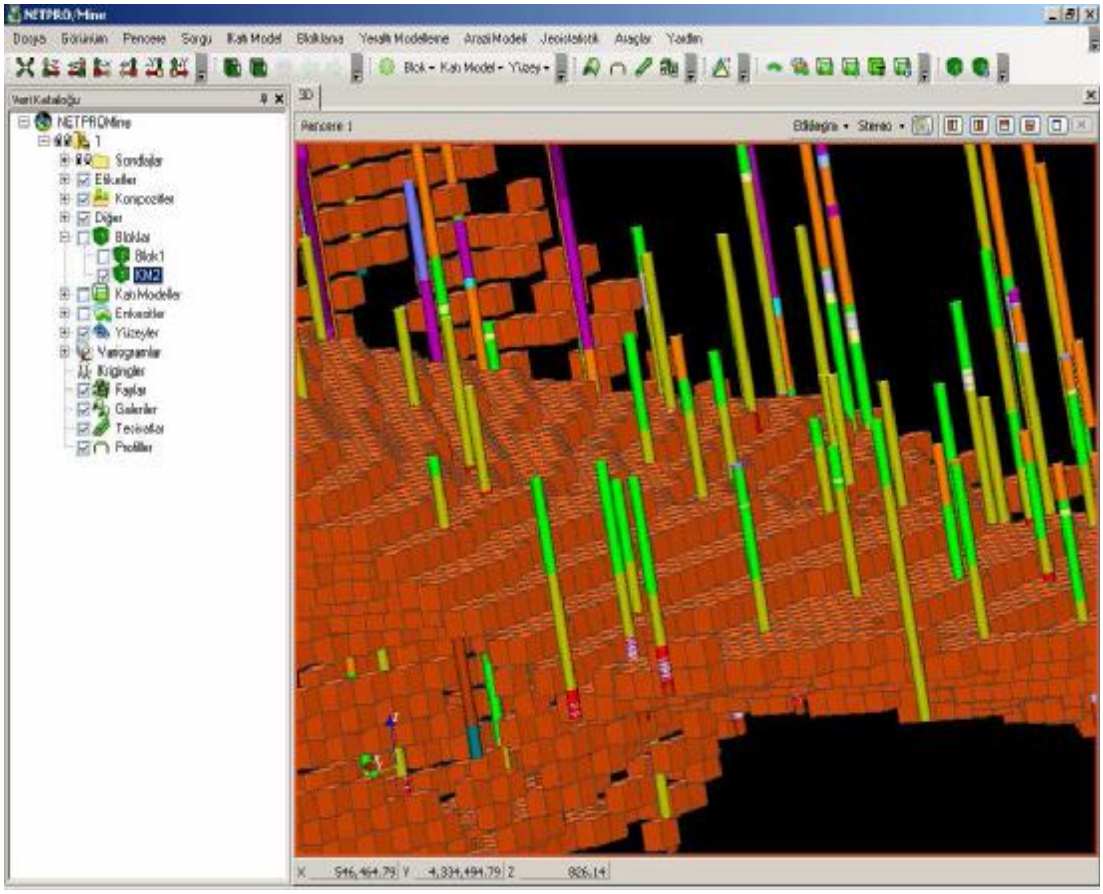


Şekil 3.29. Bloklama işlemine erişim

Açılan “Blokla” penceresinden blok boyutları (X, Y, Z), istenirse blok açıları ve değişken boyutlu blok parametreleri girilerek “Tamam” ile işlem gerçekleşmektedir (Şekil 3.30-31).



Şekil 3.30. Blok değerleri tablosu

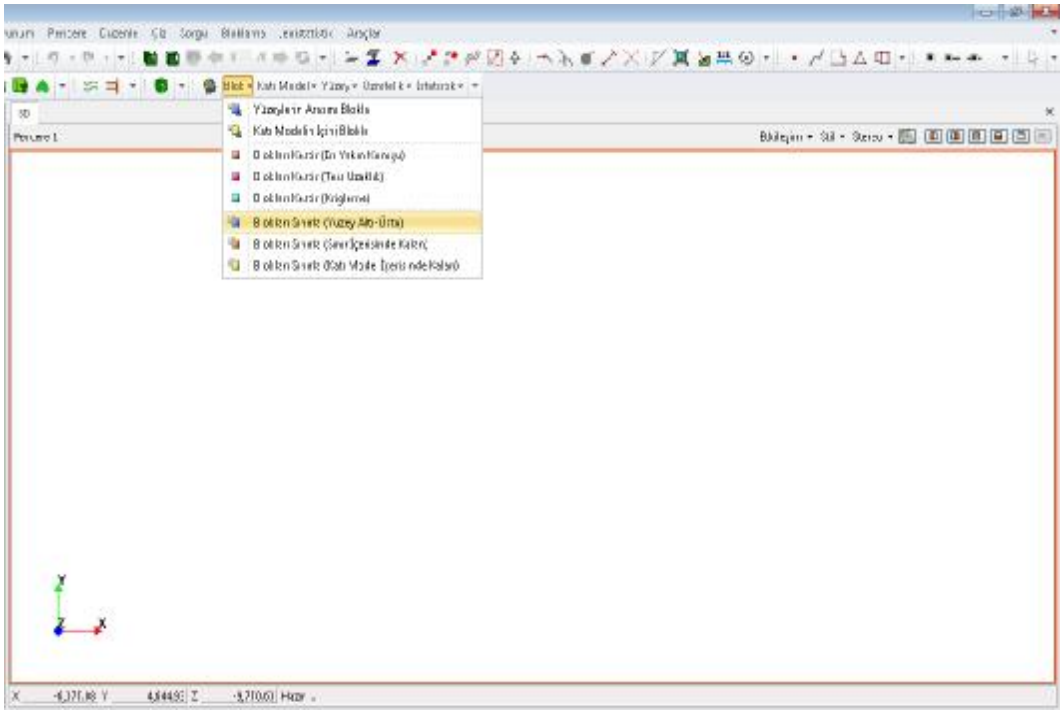


Şekil 3.31. Blok oluştuktan sonraki görüntü (Arıöz, 2011)

3.2.6.2. Mevcut Blok Model Üzerinden İstenilen Blokları Elde Etme

3.2.6.2.(1). Bir Yüzey Altındaki/Üstündeki Blokları Elde Etme

Oluşturulan blokların belli bir tabakanın alt/üst yüzey sınırına göre filtrelenmesi için blok→ blokları sınırla (yüzey alt-üstü) seçerek yapılmaktadır (Şekil 3.32-33).



Şekil 3.32. Bir yüzey altındaki/üstündeki blokları elde etmenin erişimi



Şekil 3.33. Blokları sınırla penceresi

Sınırlama yüzeyi üst sınır olsun seçildiğinde, filtre sonucu olarak yüzey altında kalan bloklar kabul edilecek, yüzey üzerindekiler elenecektir. Hayır seçilirse filtre yüzeyi alt sınır olarak kabul edilecektir.

Yüzey bilgisi ve yüzey alt sınır ya üst sınır girilir. “Tamam” ile gerçekleştirilir.

3.2.6.2.(2). İki Yüzey Arasındaki Blokları Elde Etme

İki yüzey arasındaki blokları elde etmek için, blok→ blokları sınırla (yüzey alt-üstü) seçildikten sonra birinci yüzeyin altında kalan bloklar alınacak (Şekil 3.34), alınan blokların üzerinde yeniden filtre yapılacak ikinci yüzeyin üstü alınacak (Şekil 3.35), böylece iki yüzeyin arasındaki bloklar elde edilecektir.



Şekil 3.34. Birinci yüzeyin altındaki blokları almak



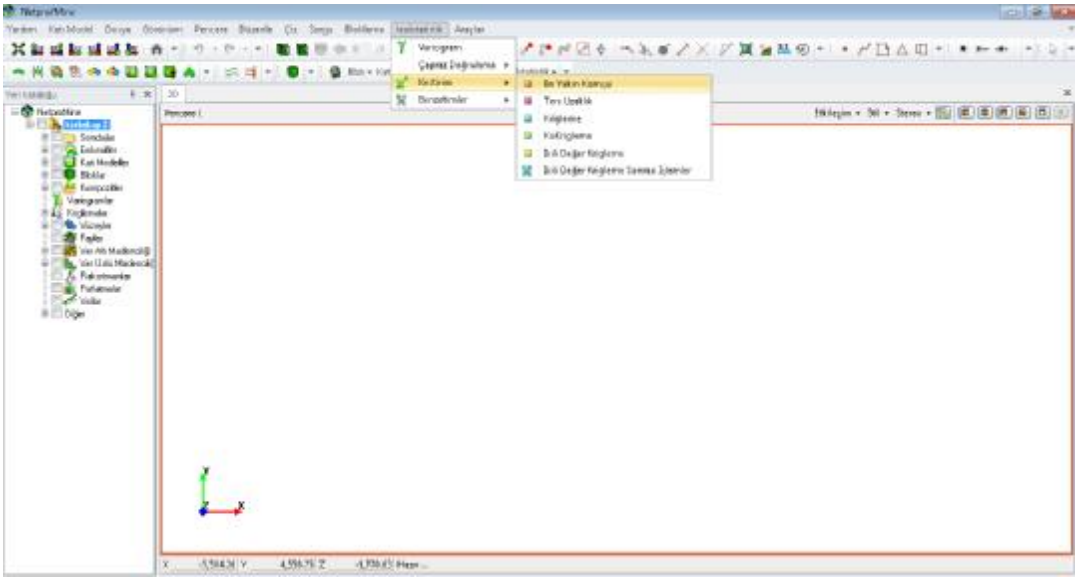
Şekil 3.35. İkinci yüzeyin üstündeki blokları almak

3.2.7. Blok Değerlerinin Tahmini

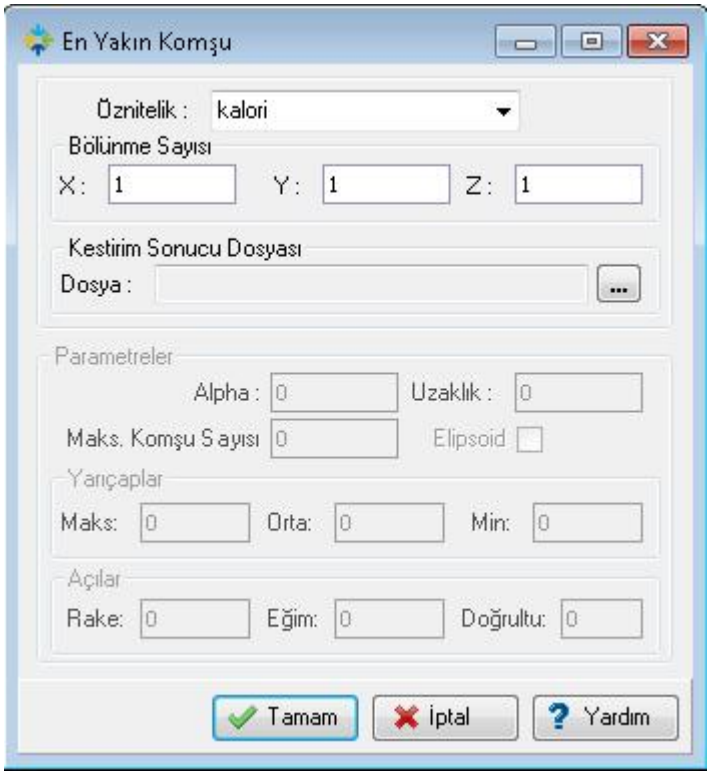
3.2.7.1. En Yakın Komşu Yöntemi

Poligon yöntemidir. Kestirilecek noktaya en yakın olan değer kestirim değeri olarak alınmaktadır. Blokların ortalama değerleri kestirilecekse x, y ve z yönlerindeki blok bölünme sayılarının girilmesi gerekir. Noktaların kestiriminde x, y ve z yönündeki blok bölünme sayıları 1'e eşit alınmalıdır. Blok kestiriminde bölünme sayıları kestirilecek değişkenin anizotropi yönüne ve derecesine bağlıdır. İzotrop durumda bu sayılar her yönde üçe eşit alınabilir.

Jeoistatistik→ Kestirim→ En Yakın Komşu seçilir (Şekil 3.36).



Şekil 3.36. En yakın komşu kestirimine erişim

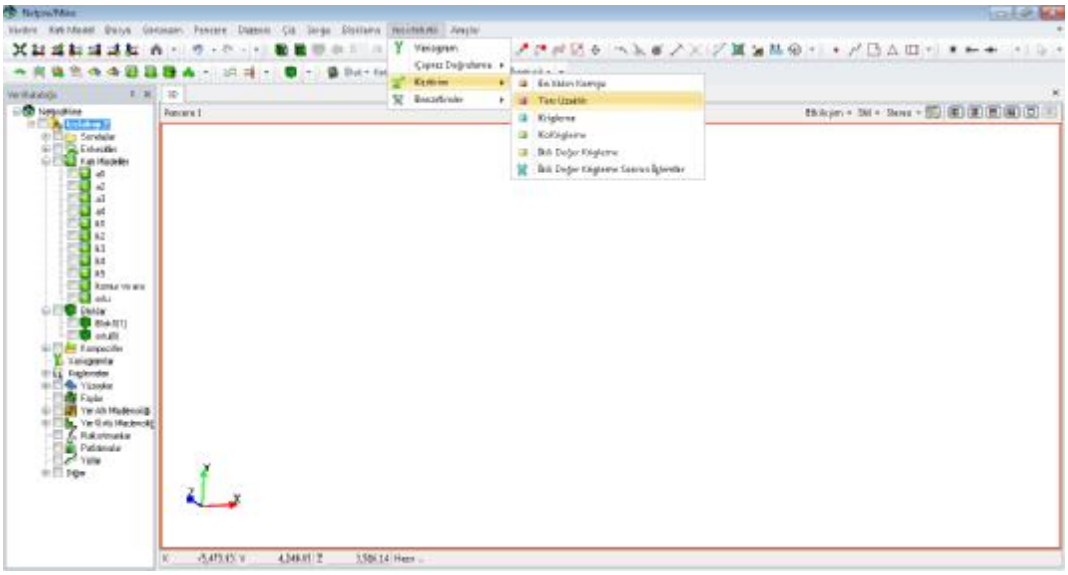


Şekil 3.37. En yakın komşu parametreleri penceresi

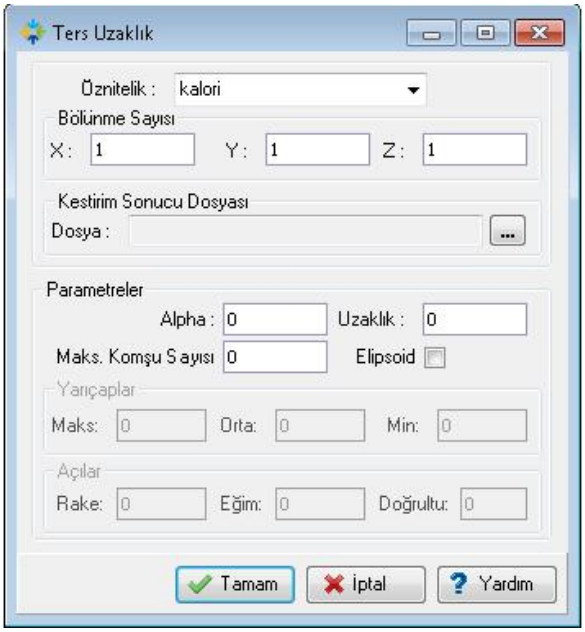
Parametreler girilip, kestirim yapılacak bloklar seçildikten sonra “Tamam” ile kestirim gerçekleştirilir ve bloklar tematize edilir.

3.2.7.2. Ters Uzaklık Yöntemi

Kestirilecek noktanın değeri, bu noktanın kestiriminde kullanılacak kompozit verilerin ağırlıklı ortalaması alınarak hesaplanır. Ağırlıklar, kestirilecek nokta ve kompozit veri arasındaki uzaklığın tersi ile orantılı bir şekilde hesaplanır. Bu orantının derecesi alfa parametresi ile belirlenir. Alfa 1 ve xx arasında değer alabilir. Bu parametrenin değeri arttıkça yöntem, en yakın komşu yöntemine yaklaşır. Daha sonra kestirim geometrisi ile ilgili parametreleri girmek gerekir. Bunlar alfa, uzaklık, maksimum örnek sayısıdır ve elipsoiddir. Pratikte alfa 1 ya da 2 olarak alınabilir. Maksimum örnek sayısı, bir nokta ya da bloğun kestiriminde kullanılacak en yüksek örnek sayısıdır. Uzaklık, bu örneklerin seçileceği kürenin yarıçapını ifade etmektedir. Kestirilecek değişken anizotrop ise örnekleri “uzaklık” yarıçaplı bir küre içinden seçmek yerine bir elipsoid içinden seçmek gerekir. Elipsoid geometrisi (eksen uzunlukları ve açıları) variogram analizi ile belirlenebilir. Jeoistatistik→ Kestirim→Ters Uzaklık seçilir (Şekil 3.38).

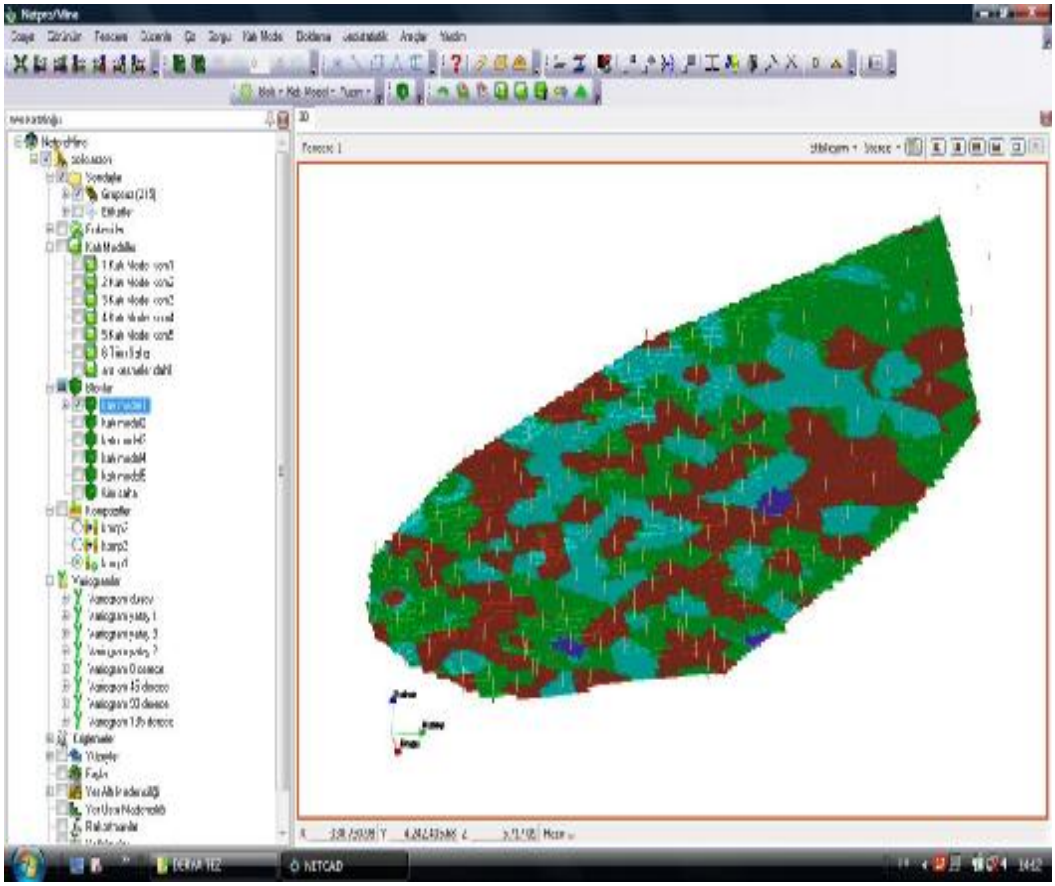


Şekil 3.38. Ters uzaklık kestirim komutuna erişim



Şekil 3.39. Ters uzaklık parametre penceresi

Gerekli öznitelik bilgisi ve diğer parametreler girilir. “Tamam” ile kestirim gerçekleştirilir (Şekil 3.40).



Şekil 3.40. Kestirimden sonraki görünüm (Arıöz, 2011)

3.2.7.3. Kriging Yöntemi

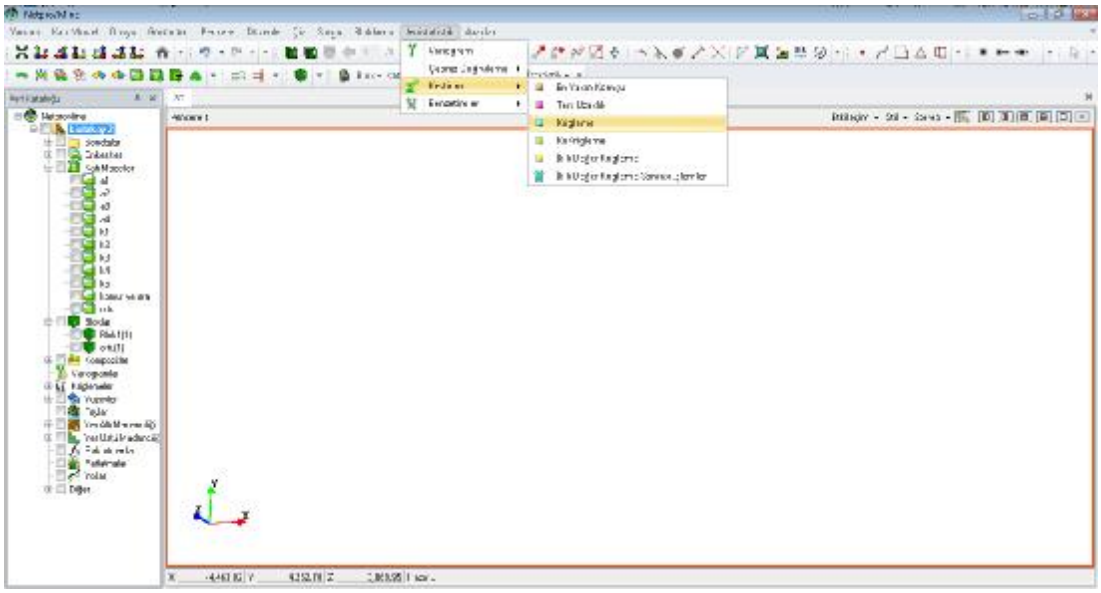
Kestirilecek noktanın değeri bu noktanın kestiriminde kullanılacak kompozit verilerin ağırlıklı ortalaması alınarak hesaplanır. Ağırlıklar, kestirim hataları ortalaması sıfır ve varyansı en küçük olacak şekilde belirlenir. Bu nedenle diğerleri arasında istatistiksel olarak en az hata üreten bir yöntemdir. Yöntem, kestirilecek değişkene ilişkin önceden bir variogram analizinin yapılmasını gerektirir.

Kestirim simple kriging ile yapılabileceği gibi ordinary kriging yöntemi ile de yapılabilir. Ordinary kriging tekniği daha çok doğrusal kestirim söz konusu olduğunda Simple kriging ise simulasyon ile ilgili uygulamalarda kullanılır. Kestirim, düzenli bir grid için yapılabileceği gibi düzensiz bir nokta kümesi için de yapılabilir. Grid için yapılırsa, gridin x, y, z boyunca grid boyutları (sayısı), hücre boyu (büyüklüğü) ve başlangıç koordinatları (en alt sağ köşedeki bloğun orta

noktasının koordinatları) girilmelidir. Düzenli grid sistminde blok ortalamaları kestirilecekse blok kriging kullanılmalıdır.

Arama elipsoidi, nokta ya da bloğun kestiriminde kullanılacak elipsoidin geometrisi ile bilgilerin girilmesini gerektirir. Bunlar içinde min, kestirimde dikkate alınacak en düşük örnek sayısını, max ise en yüksek örnek sayısını göstermektedir. Uzaklıklar başlığı altındaki max, orta, min parametreleri sırasıyla elipsoidin en uzun ekseni, orta uzunluklu ekseni ve en kısa uzunluklu ekseninin büyüklüğünü ve açılar altındaki doğrultu, eğim ve rake ise bunlara karşılık gelen açıları ifade etmektedir.

Jeoistatistik→ Kestirim→ Kriging seçilir.



Şekil 3.41. Kriging ile kestirim yöntemi



Şekil 3.42. Kriging parametreleri

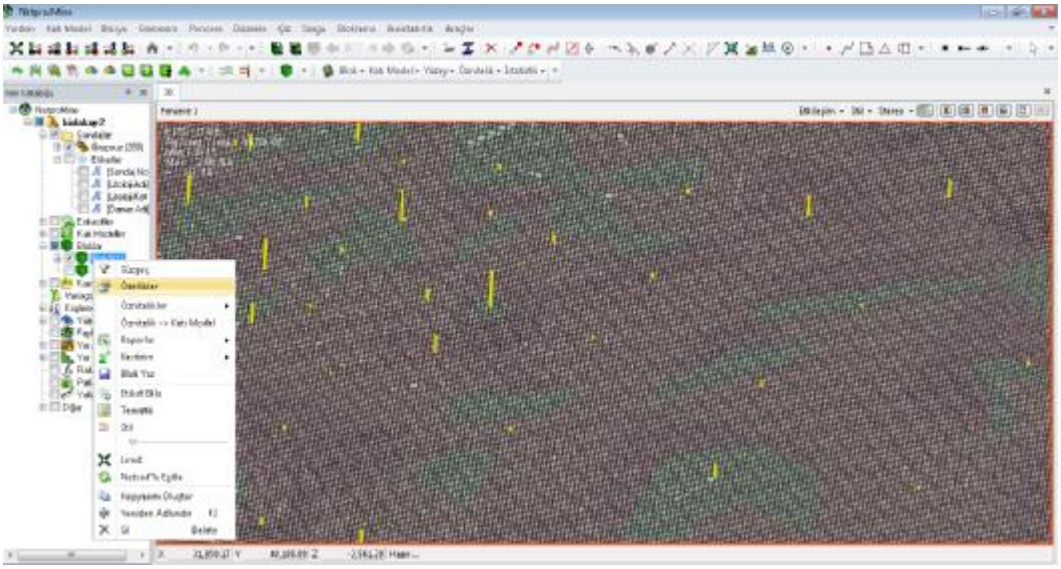
Gereken tüm kriging parametreleri girildikten sonra “tamam” ile kestirim gerçekleştirilir.

3.2.8. Elde Edilen Blok Model Üzerinde Sorgulama ve Raporlama

3.2.8.1. Özelliklerini Sorgulama

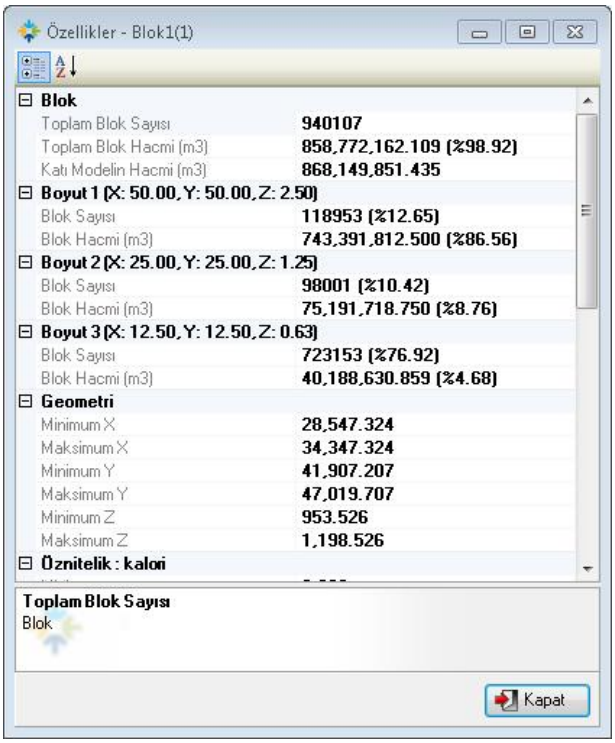
Bloklama→ blok özellikleri komutu ile oluşturulan blok modele ait hacim hesaplanarak; blok sayısı, ortalama – minimum - maksimum blok boyutları ile kestirim yapılmış ise ortalama – minimum – maksimum öznitelik değeri ve öznitelik standart sapma değeri görüntülenir.

Blok modele ait bu bilgi penceresine, veri kataloğundaki ilgili blok model tabakasında fara sağ tuş menüsü ile gelen “Özellikler” komutu ile ulaşılabilmektedir (Şekil 3.43).



Şekil 3.43. Blok model özellikleri komutuna erişim

İşlem sonucu, blok özelliklerine ait rapor ekranda görüntülenecektir (Şekil 3.44).

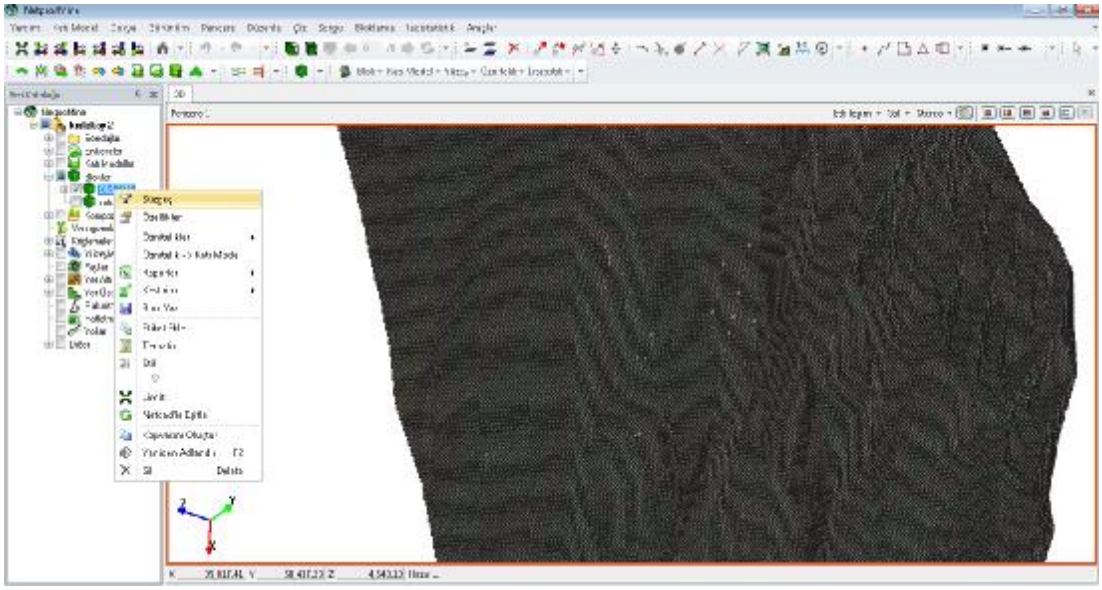


Şekil 3.44. Blok model özellikleri raporu

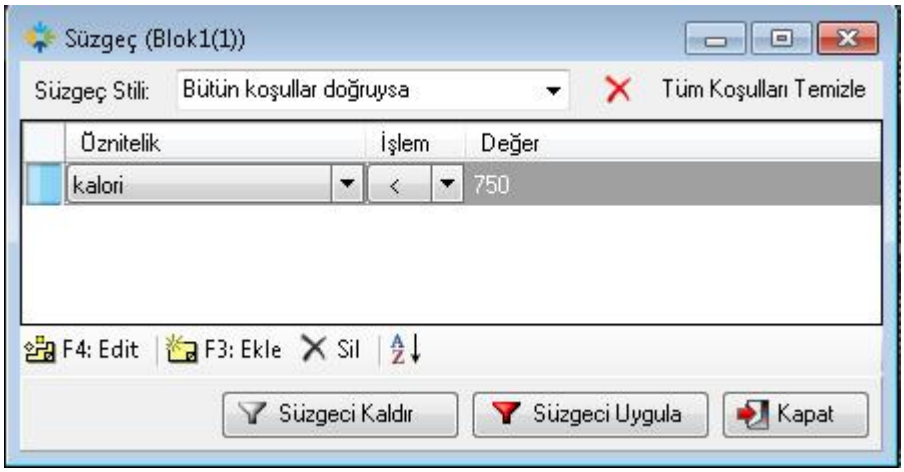
3.2.8.2. Tematize Edip İstenilen Özellikteki Blokları Süzme

Mevcut blok modeli; planlama, öznitelik, belli bir alana düşen hacım gibi parametreleri kolaylıkla belirleme ve hesaplamada kullanılır.

Blok modele ait bu işlem, veri kataloğundaki ilgili blok model tabakasında fara sağ tuş menüsü ile gelen “Süzgeç” komutu ile ulaşılabilmektedir (Şekil 3.45-46).



Şekil 3.45. Blok model süzgeç komutuna erişim



Şekil 3.46. Blok model süzgeç penceresi

Süzgeç stili: Bütün koşullar doğruysa, sıralanan süzgeç tiplerinden hepsini sağlayan bloklar süzgeçlenir. Herhangi bir koşul doğruysa, sıralanan süzgeç tiplerinden herhangi birini sağlayan bloklar süzgeçlenir.

Öznitelik değerleri: Blok merkezi değerleri: blok modelin merkez noktasını baz alır.

Blok noktaları: blok modelin tamamı için herhangi bir noktasını baz alır.

Blok genişlikleri: blok modele genişliğidir.

Yoğunluk: blok modele atanmış yoğunluk değerleridir.

Uygula tuşu ile süzgeç blok modele uygulanır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışma EÜAŞ'den alınan Afşin-Elbistan havzası Kışlaköy(A) sektörünün kazı yapılmayan bölümü ile Koridor (D) yatağı üzerindeki karotlu sondaj logları temel alınarak; 1:2.7(dikey:yatay) şev açısı ile oluşan nihai işletme sınır içerisindeki blokların oluşturulması ve bu bloklara ait ısıl değer tahmini ile elde edilen blok model üzerinden yapılan sorgulama ve değerlendirme hesaplamalarını içermektedir.

Netpro/Mine madencilik yazılımı ile sondaj verileri kullanılarak temel olarak tanımlayıcı istatistiksel analiz yapılarak verilerin davranışları belirlenmiştir. Özet istatistiği çıkarılan verilere kompozitleme uygulanmış, elde edilen yeni veri setinin özet istatistikleri ve histogramları incelenerek dağılım yapısı belirlenmiştir.

Bu bölümde mevcut veriler kullanılarak Netpro/Mine yazılımı ile aşağıda sıralanan işlemlere ait sonuçlar elde edilmiştir.

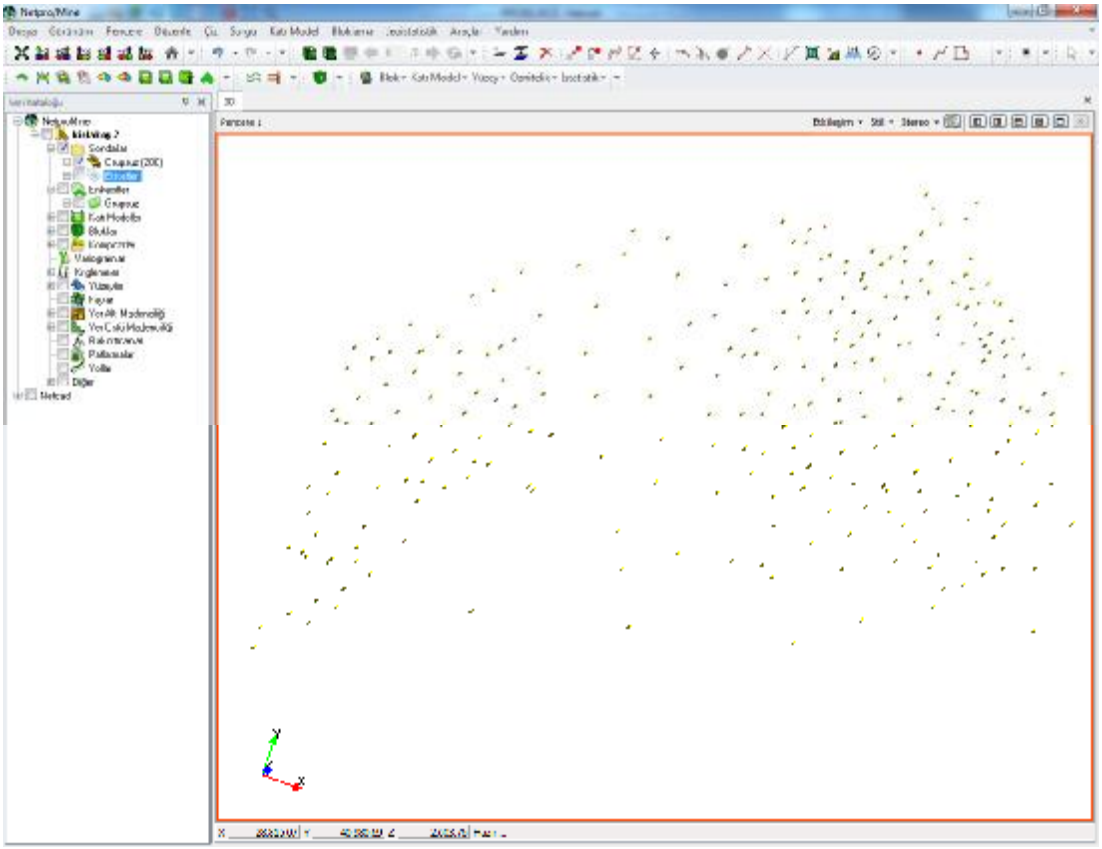
- Sondaj verilerinin değerlendirilmesi,
- Yüzey oluşturma,
- Katı modelleme,
- Blok model,
- Isıl değer tahmini,
- Hacim ve kalite tahmini
- Tematik haritaların hazırlanması

4.1. Sondaj Verilerinin Değerlendirilmesi ve Kompozitleme

Çalışma sahasındaki 280 adet karotlu sondajlara (Şekil 4.1) ait mevcut bilgilerden proje veri dosyaları oluşturulurken aşağıdaki işlemler uygulanmıştır.

- Kömür damarı giriş ile çıkış arasındaki verilerin dışında kalan değerler ham örnekleme dosyasından çıkarılmıştır.
- Toplamda 0,3 m'den büyük olan ara kesmeler ham örnekleme dosyasından çıkarılırmıştır.
- Selektif kazı kalınlığı 0,3 m olarak düşünülmüştür. Bu nedenle kalınlığı

0,3 m'den küçük olan ara kesmeler kömüre dahil edilmiş ve kömüre ait, Kalori (kcal/kg) öznitelik değerlerine için 1 değerleri atanmıştır.



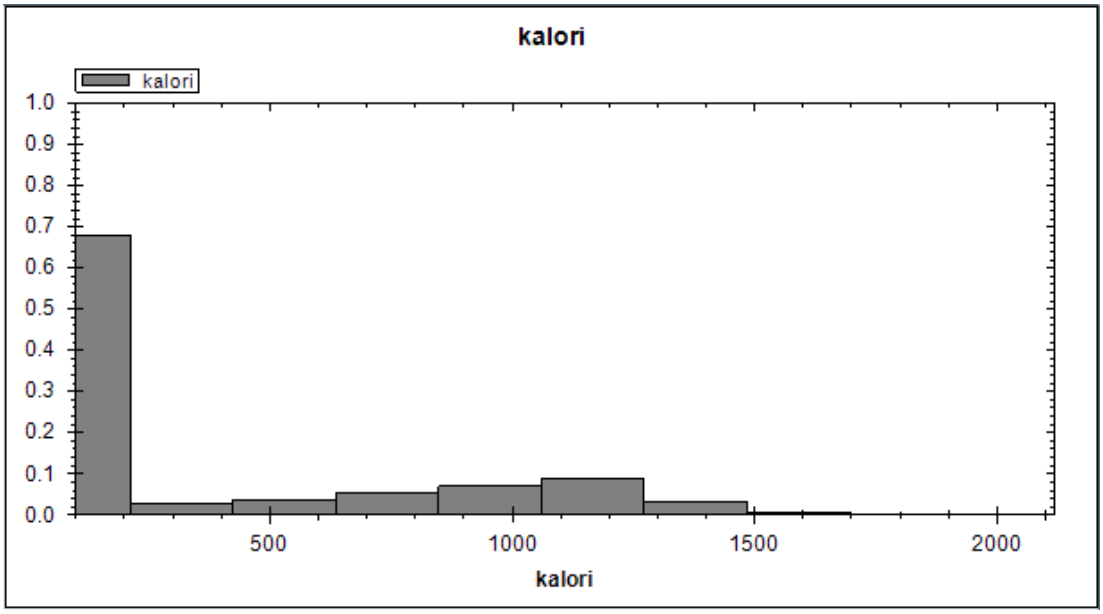
Şekil 4.1. Sondaj lokasyonlarının dağılımı

Sondajlardan alınan karotların uzunlukları farklıdır. Farklı uzunluktaki karotları, aynı uzunluktaki karotlara dönüştürmek amacıyla kompozitleme işlemi uygulanır. Kaynak ya da rezerv kestirimleri kompozit veriler üzerinde yapılır. Kuyu logu 2,5 m aralıklara bölünerek kompozit veriler elde edilmiştir. Elde edilmiş kompozit verilerin ve normal verilerin özet istatistiği Çizelge 4.1'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Kompozit verilerin ve orjinal verilerin özet istatistiği

İstatistiksel Parametre (kalori)	Orijinal Veriler	Komp1 (uzunluk 2,5 m)
Örnek Sayısı	9000	19075
Minimum	1,00	1,00
Ortalama	468,23	301,72
Ortanca	62	1
Maksimum	2.119,00	2.119,00
Varyans	302364,97	220.689,91
Standart Sapma	549,87	469,78
Çarpıklık	0,60	1,20

Jeoistatistiksel incelemeden önce cevherleşmenin karakteristiğini ve yapısal farklılıkların önceden belirlenmesi amacıyla Isıl değer değişkenine ait farklı uzunluktaki kompozit verileri kendi aralarında karşılaştırıldığında çarpıklık değeri sıfıra daha yakın olan, orijinal verileri daha iyi temsil edeceğinden dolayı çalışmamızda kompozit1 (minimum çarpıklık değeri, 1.20) verileri kullanılmıştır. (Çizelge 4.1). Modellemelerde kullanılan 2,5 m uzunluk değerinde elde edilen kompozit verilerine ait histogram grafiği Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Kompozit1 histogram grafiği

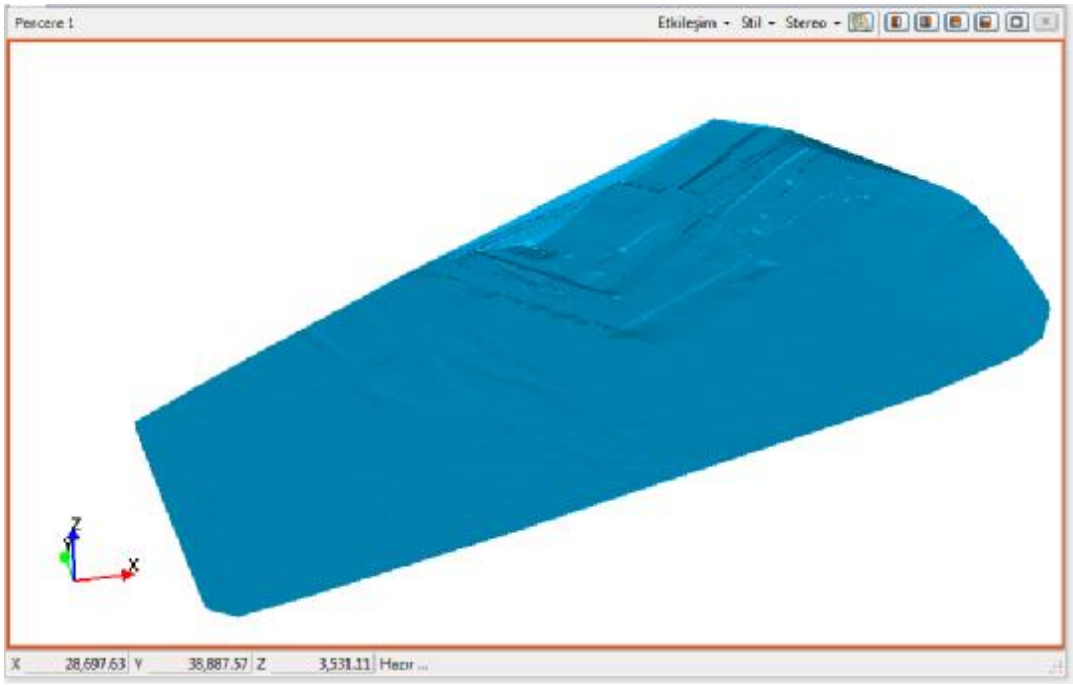
4.2. Yüzeyler

Katı modellerin elde edilmesinde kullanılacak enkesitlerin oluşturulabilmesi için katı modeli sınırlayan yüzeylerin elde edilmiş olması gerekir. Örtü için topografya, kömürlü horizon tavan ve nihai ocak yüzeyinin bilinmesi, kömür için nihai ocak yüzeyi, kömürlü horizon tavan ve taban yüzeyinin bilinmesi gibi.

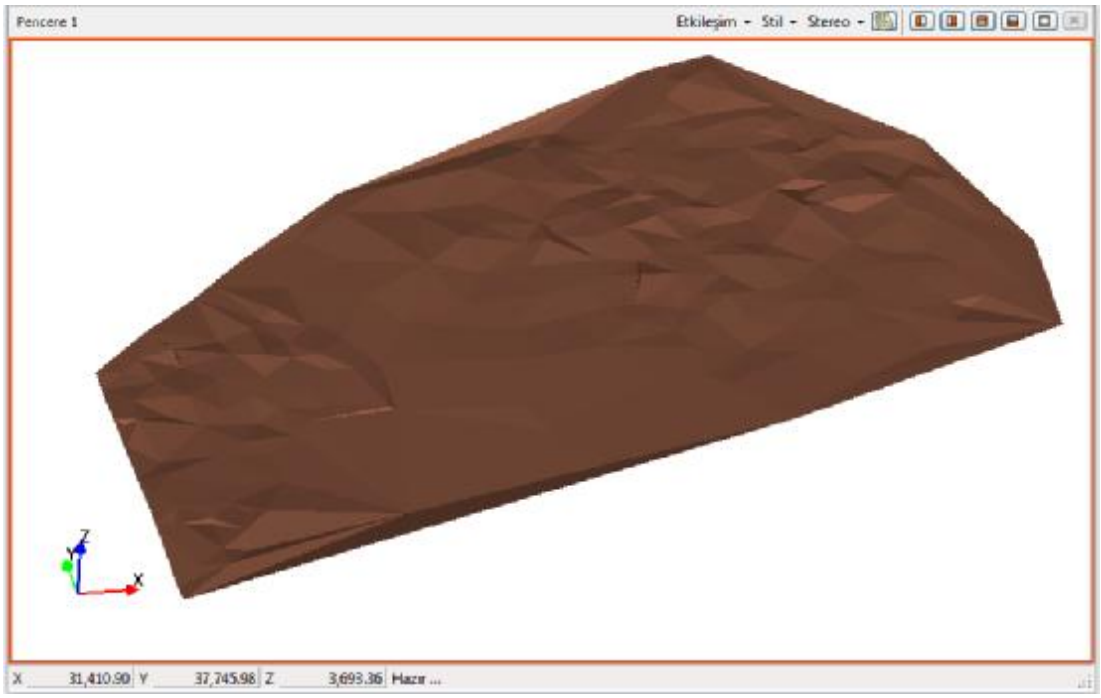
Mevcut blok model üzerinden istenilen yüzey üzeri/altı veya iki yüzey arası blokları ayıklayıp hacim hesapları için de bu yüzeylerin elde edilmiş olması gerekir. Herhangi bir kademedeki blokların hacim ve kalite sorgulamak için alt ve üst olmak üzere iki kademe yüzeyinin bilmesi gibi.

4.2.1. Örtü Tabakasına Ait Yüzeyinin Elde Edilmesi

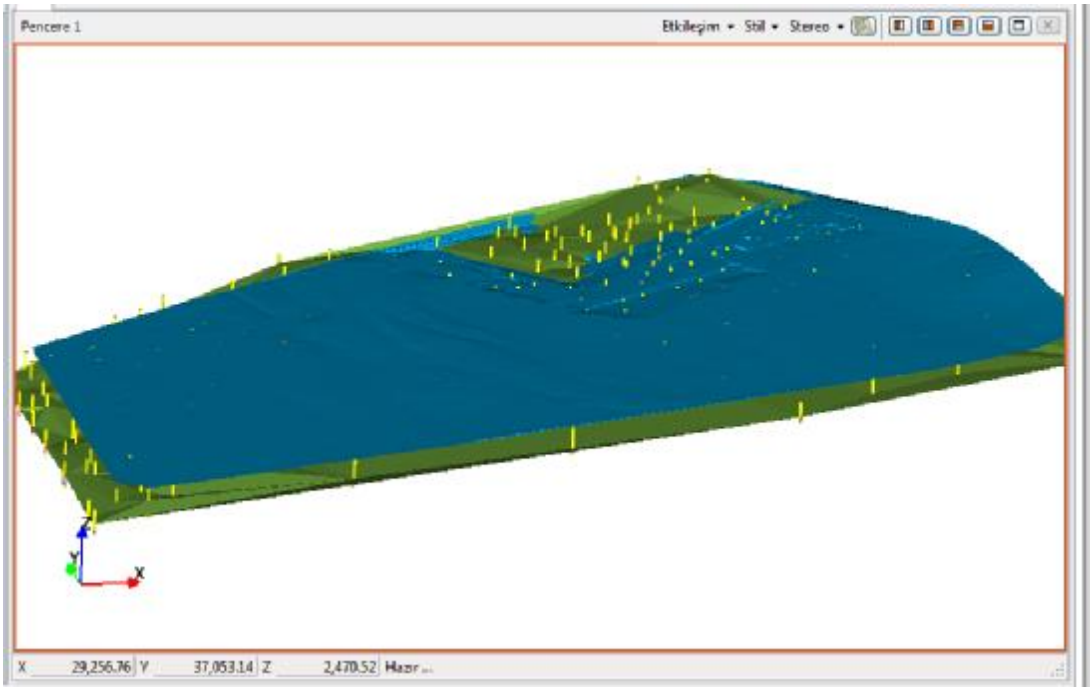
Örtüye ait katı modeli oluşturabilmek için gerekli olan topografya yüzeyi(Şekil 4.3) Nisan 2008 tarihli kazıya ait vaziyet planından, kömürlü horizon ait tavan yüzeyi(Şekil 4.4) sondaj loglarından elde edilen lokasyon(X, Y) ve kömür giriş çıkış kotlarından elde edilmiştir.



Şekil 4.3. Nisan 2008 tarihli işletme sahasına ait topografya yüzeyi



Şekil 4.4. Kömürlü horizana ait tavan yüzeyi



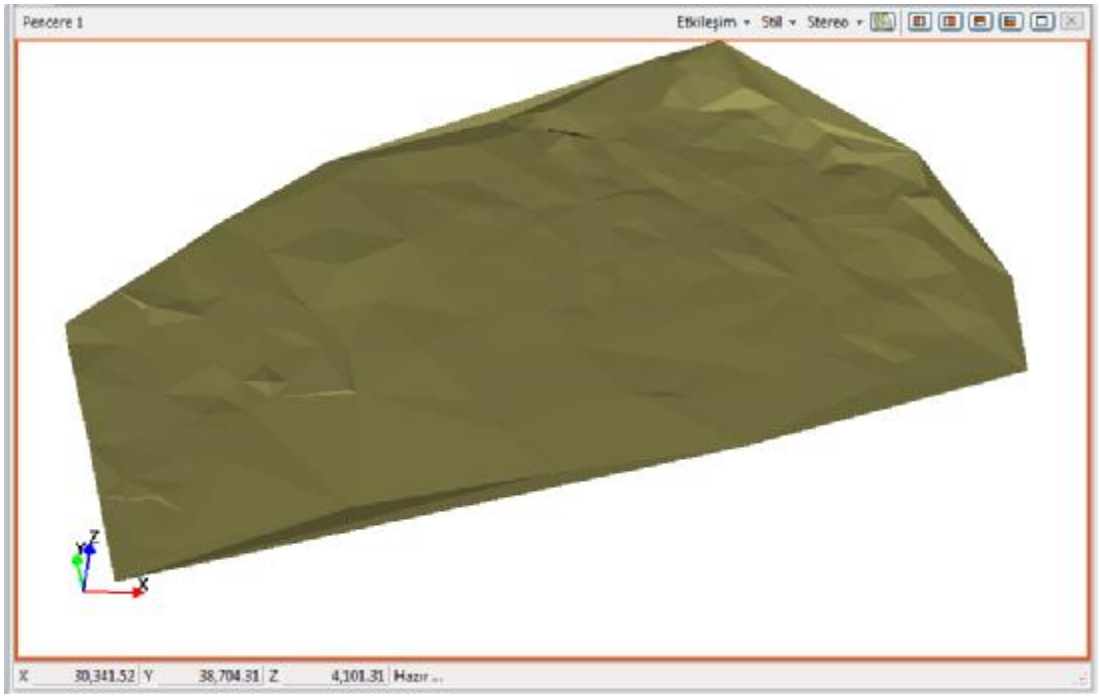
Şekil 4.5. Kömürlü horizana ait tavan-taban yüzeyi ve sondajlar

4.2.2. Kömürlü Horizon Ait Yüzeyinin Elde Edilmesi

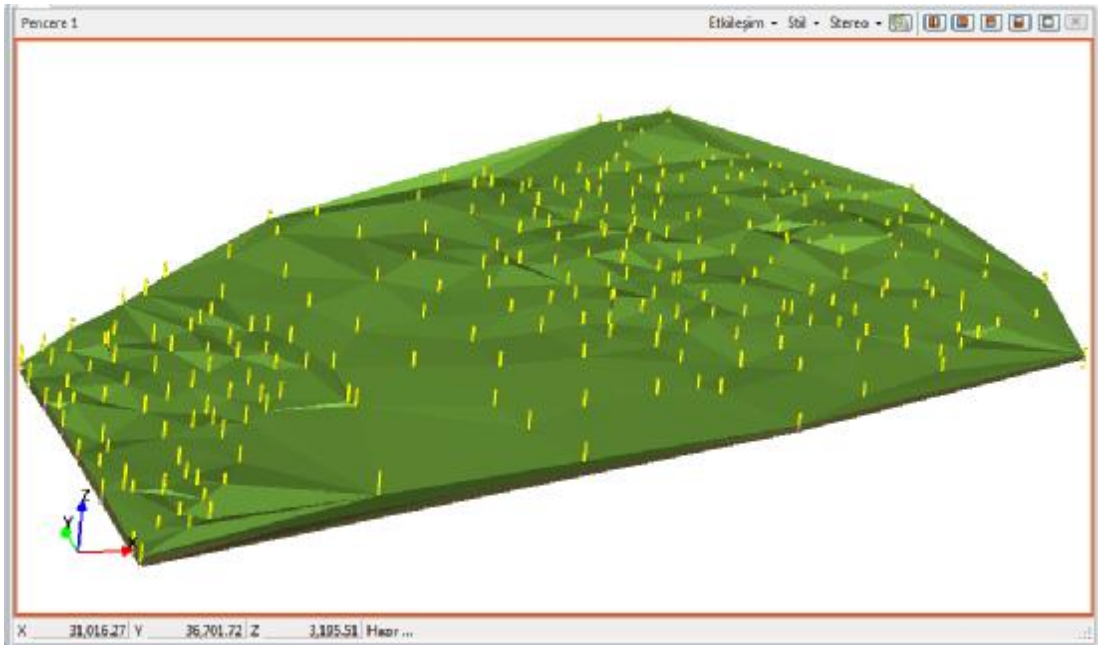
Kömür horizonuna ait katı modeli oluşturabilmek için gerekli olan kömürlü horizon ait tavan(Şekil 4.4) ve taban yüzeyi(Şekil 4.6) sondaj loglarından elde edilen lokasyon(X, Y) ve kömür giriş çıkış kotlarından elde edilmiştir.

4.2.3. Nihai Ocak Yüzeyinin Elde Edilmesi

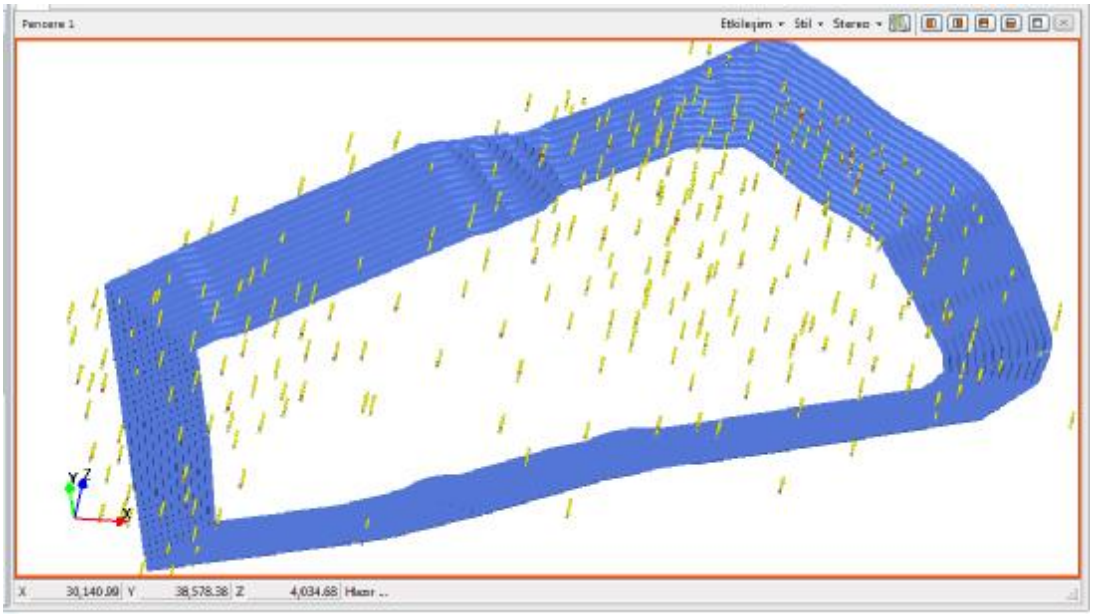
Nihai ocak sınırı içerisindeki örtü ve kömür horizonuna ait katı modelleri oluşturabilmek için gerekli olan nihai ocak yüzeyi de işletme sınırı ile 1:2.7 şev açıyla (Şekil4.8) elde edilmiştir.



Şekil 4.6. Kömürlü horizana ait taban yüzeyi



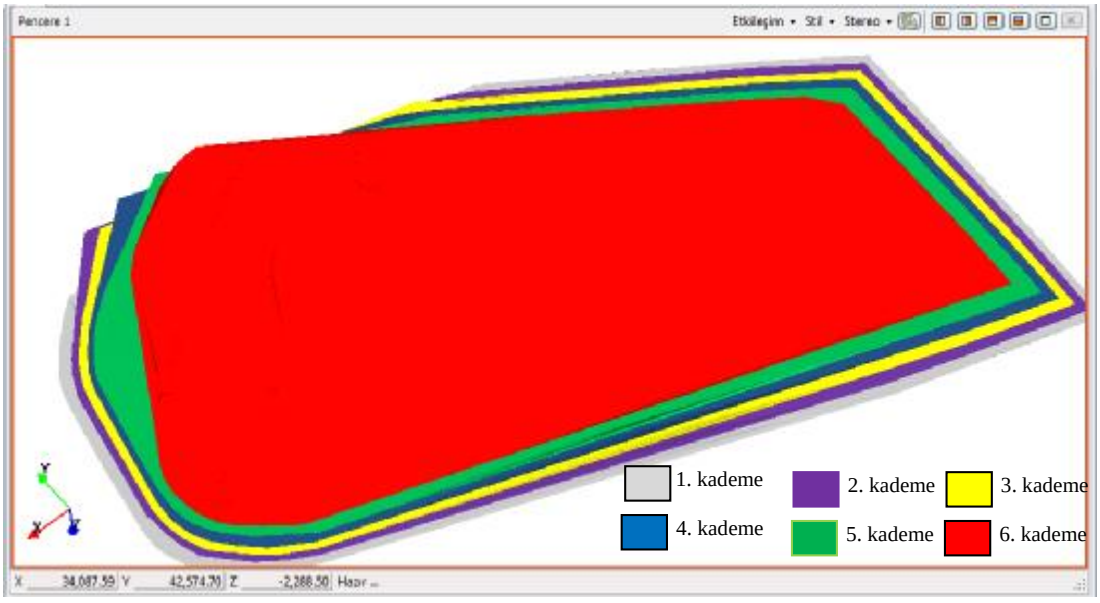
Şekil 4.7. Kömürlü horizana ait tavan-taban yüzeyi ve sondajlar



Şekil 4.8. Nihai ocak yüzeyi

4.2.4. Kademe Yüzeylerinin Elde Edilmesi

Blokların kademelere göre ayıklanıp kazı hacimlerin kademelere dağılımlarını belirlemek için gerekli olan kademe yüzeyleri mevcut 6 kademe ait yüzey verilerinden elde edilmiştir (Şekil4.9).



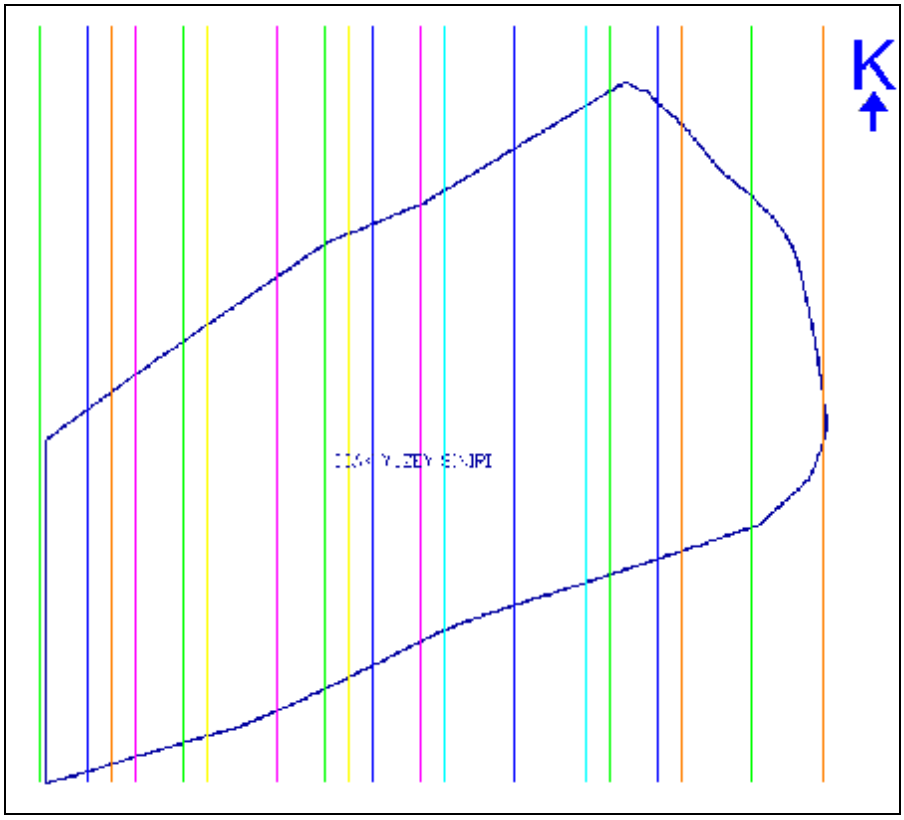
Şekil 4.9. Kademe yüzeyleri tersden görünüm

4.3. Enkesiterin Elde Edilmesi

Bu çalışmada jeolojik model(örtü ve kömür) enkesitlerden katı model oluşturma yöntemiyle yapılmıştır. Katı modellerin doğruluğu için enkessitlerin hem çok sayıda hem de hassasi bir şekilde çizilmesi gerekir.

4.3.1. Enkesit Düzlemleri

Nihai işletme sınırı içerisindeki örtü ve kömüre ait enkesitler oluşturmak için saha kuzey-güney doğrultusunda, tüm sınırı kapsayacak şekilde 200 m aralıklarla bir birine paralel 34 adet kesit düzlemi oluşturulmuştur (Şekil 4.10).

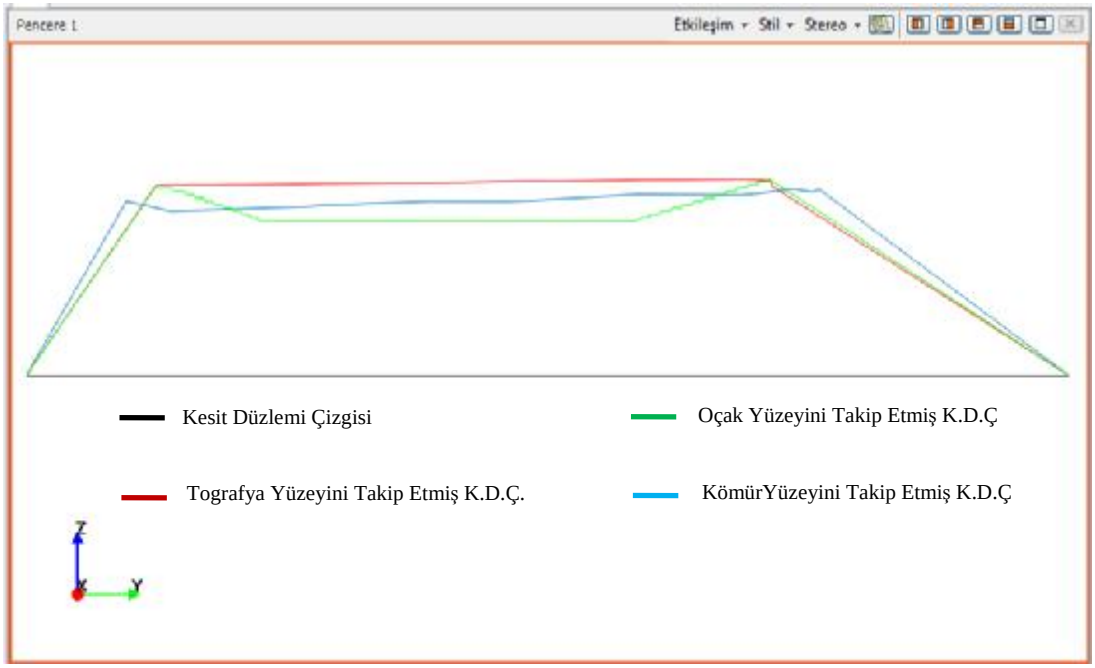


Şekil 4.10. Kesit düzlemleri

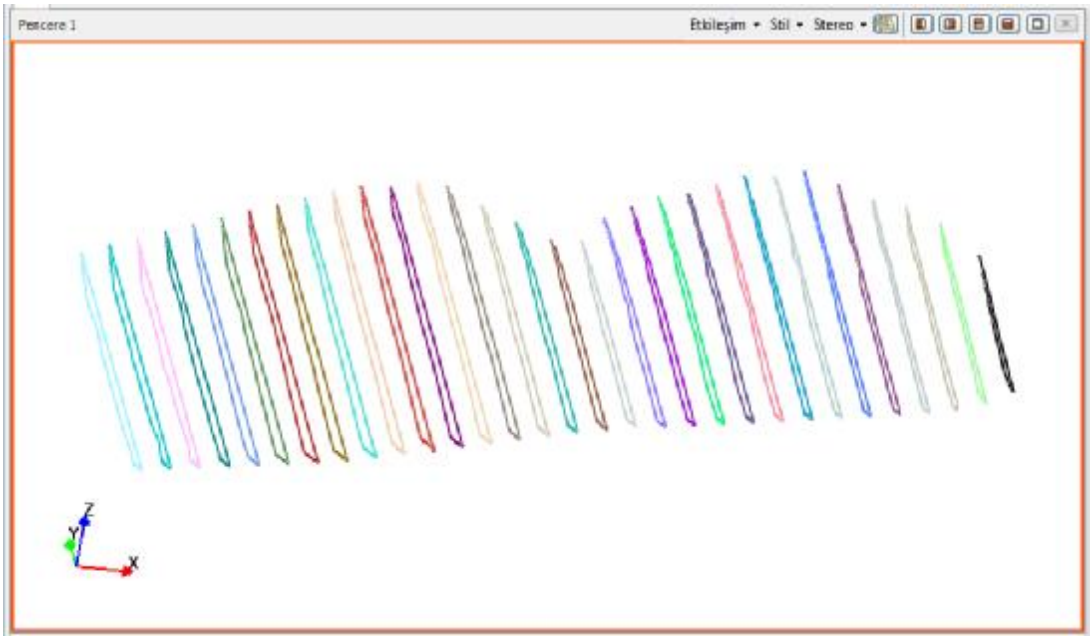
4.3.2. Örtü Enkesitleri

Belirlenen her bir kesit düzlem çizgilerinin örtü tabakası ve ocak yüzeyleri ile çakıştırılıp düzlem üzerinde elde edilen çoklu doğruların (Şekil 4.11) ocak sınırı

içerisine düşen kısmı özel nokta yakalama modları ile sayısallaştırılarak elde edilmiştir. Bu şekilde elde edilen bütün en kesitler Şekil 4.12'da topluca verilmiştir.



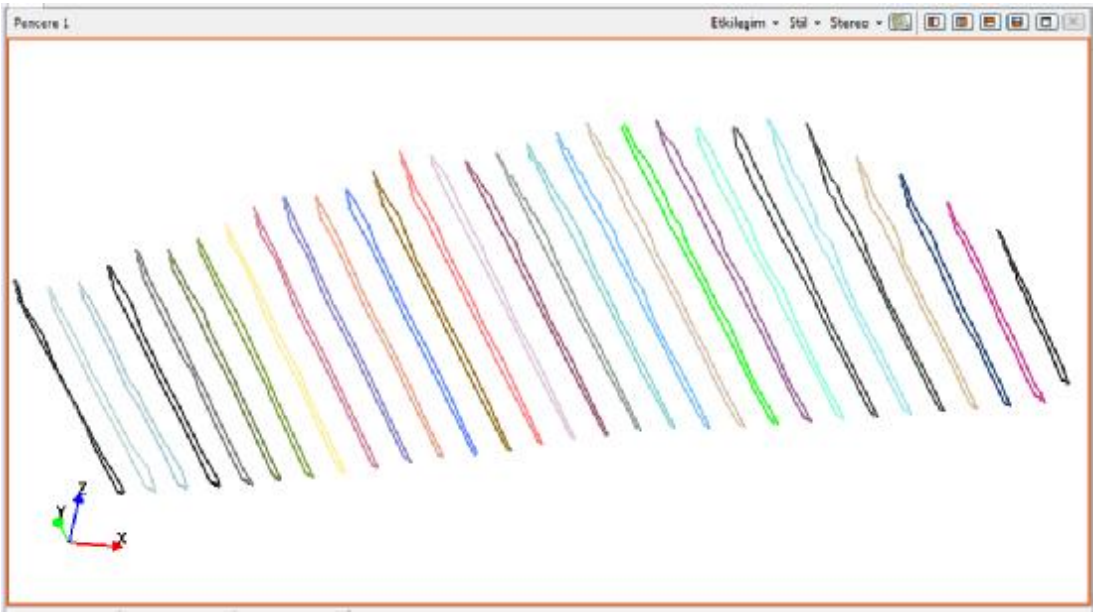
Şekil 4.11. a-a' kesit düzleminde elde edilen örtüye ait enkesit



Şekil 4.12. Örtüye ait elde edilen bütün enkesitler

4.3.3. Kömür Enkesitleri

Örtü enkesitlerinin oluşturulmasında olduğu gibi; her bir kesit düzlem çizgilerinin kömür horizonu ve ocak yüzeyleri ile çakıştırılıp düzlem üzerinde elde edilen çoklu doğruların ocak sınırı içerisine düşen kısmı özel nokta yakalama modları ile sayısallaştırılarak elde edilmiştir. Bu şekilde elde edilen kömür horizonuna ait bütün en kesitler Şekil 4.13'de topluca verilmiştir.

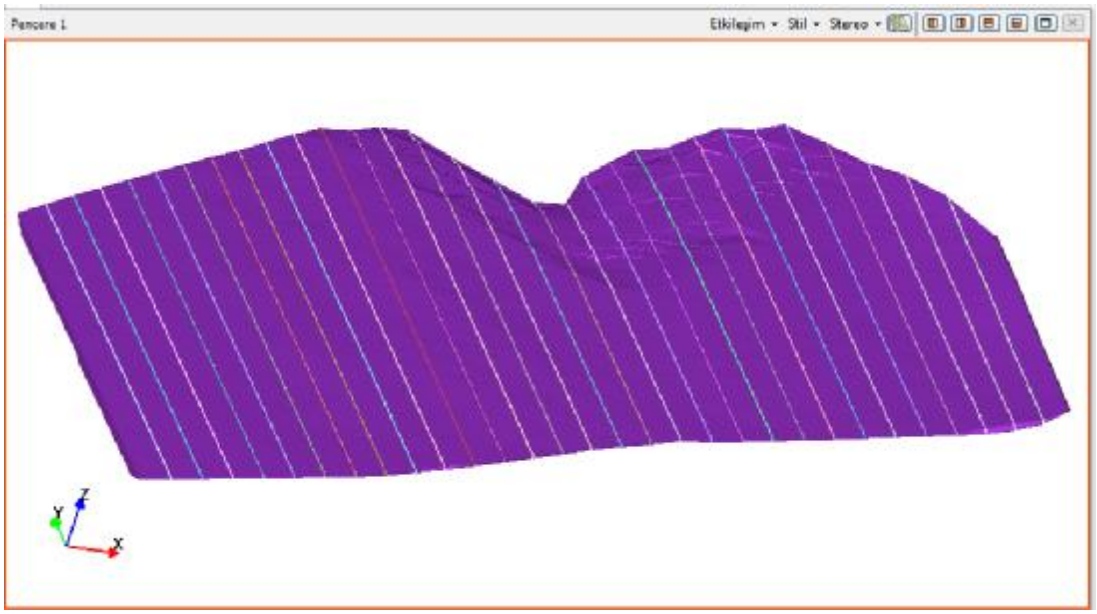


Şekil 4.13. Kömüre ait elde edilen bütün enkesitler

4.4. Katı Modellerin Elde Edilmesi

4.4.1. Örtü Katı Modeli

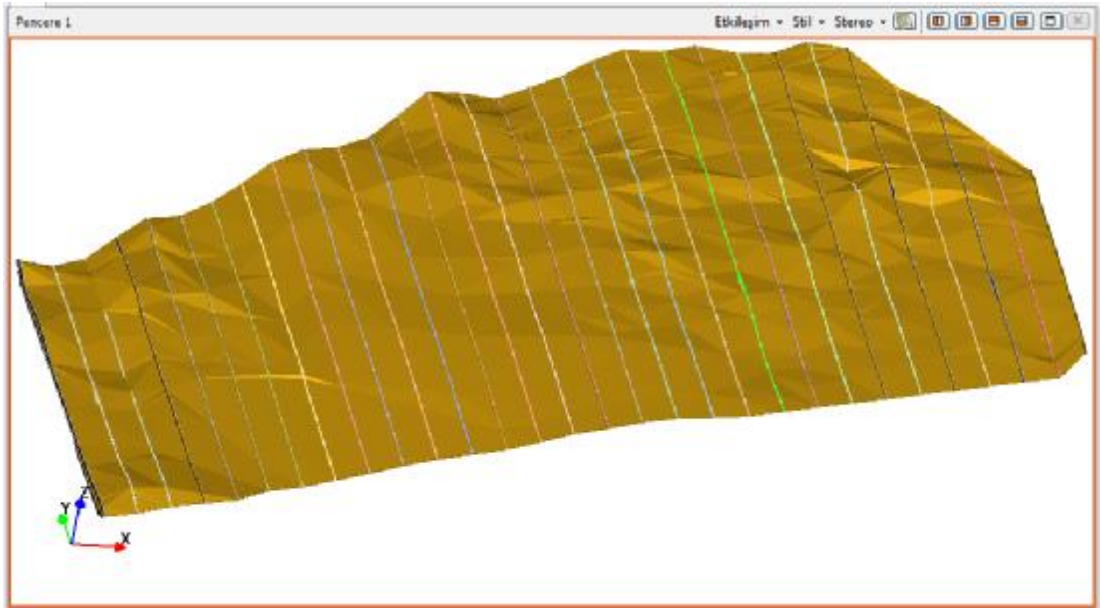
Enkesitlerden katı model oluştur yöntemi ile örtü için elde edilen bütün enkesitler sırayla seçilerek örtü için bir katı model oluşturulmuştur (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Elde edilen örtü katı modeli

4.4.2. Kömür Katı Modeli

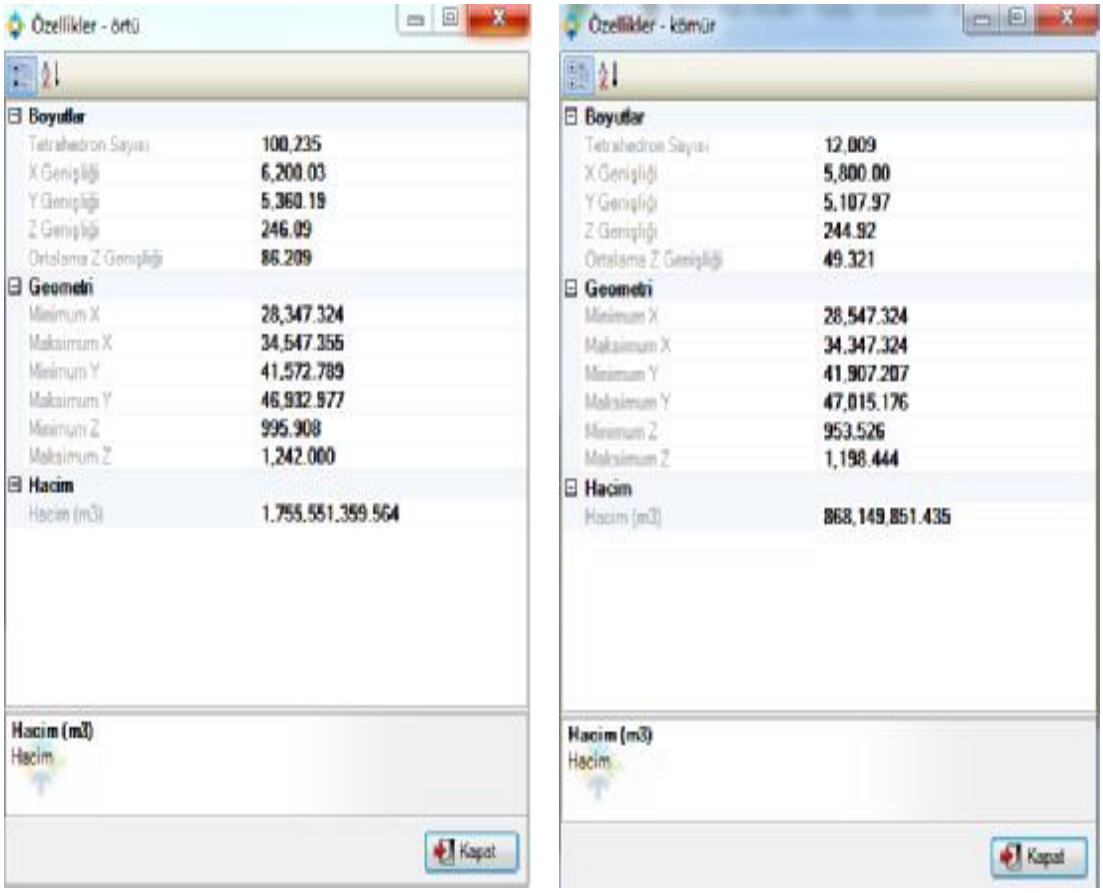
Enkesitlerden katı model oluştur yöntemi ile kömür horizonu için elde edilen bütün enkesitler sırayla seçilerek kömür için bir katı model oluşturulmuştur (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Elde edilen örtü katı modeli

4.4.3. Katı Model Özellikleri

Kömür ve örtü katı model özelliklerine bakılmış ve elde edilen bilgilerin (Şekil 4.16) bazıları Çizelge 4.2'de verilmiştir.



(a) (b)

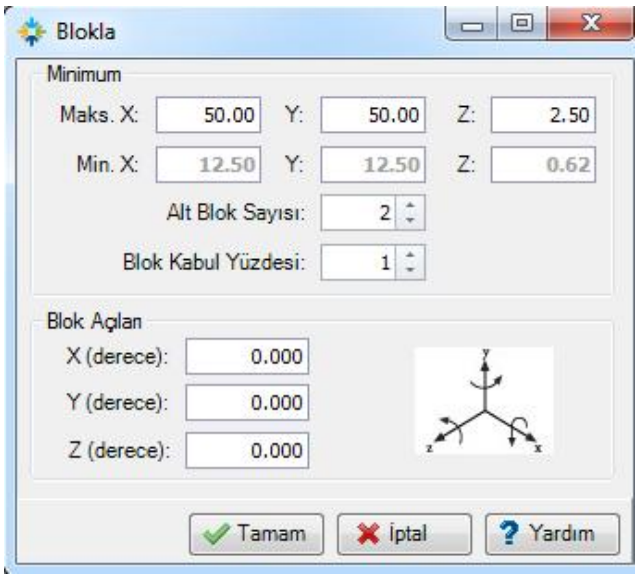
Şekil 4.16. Katı model özellikleri a) Örtü, b) Kömür

Çizelge 4.2. Katı model bilgileri

Katı Model	Katı Model Hacimi (m^3)
Örtü	1755551359
Kömür(Arakesmeler dahil)	868149851

4.5. Blok Modellerin Oluşturulması

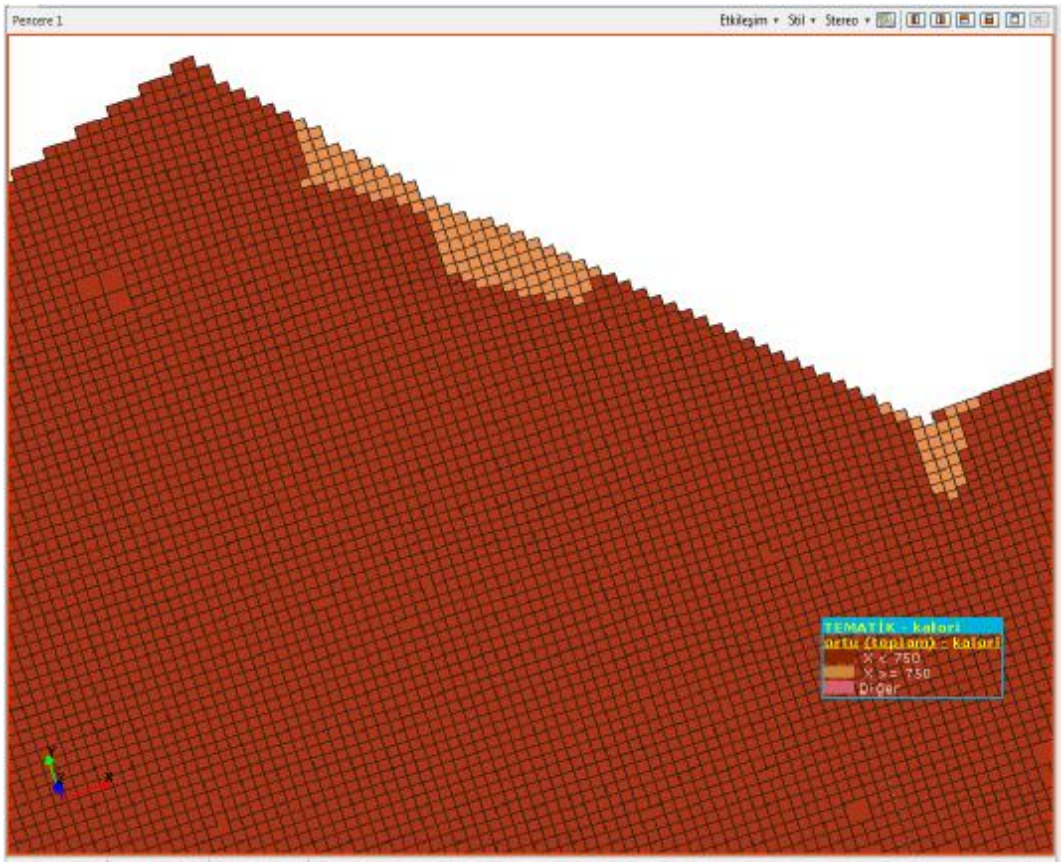
Blok boylarının mümkün olduğunca küçük olması yapılacak sorgulamaların doğruluğunu artıracaktır, diğer yandan blok boyu küçüldükçe de tahmin hatalarının artması kaçınılmaz olmakta ve kullanılan bilgisayarın özelliklerine göre hafıza problemleri olmaktadır. Bu nedenle hem örtü hem de kömür için Şekil 4.17'de belirtilen blok parametreleri kullanılmıştır.



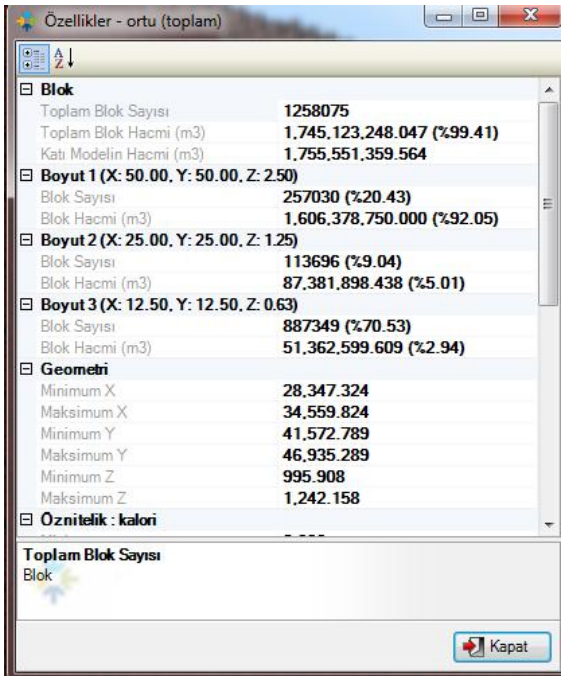
Şekil 4.17. Çalışmada kullanılan blok parametreleri

4.5.1. Örtü Blok Modeli ve Özellikleri

Şekil 4.17'de verilmiş olan parametrelere göre örtü için elde edilen bloklar Şekil 4.18'de görülmektedir. Bu blok model ait Şekil 4.19'da verilen özellikler raporu incelendiğinde toplam blok hacmi, katı modelin toplam hacmi arasındaki farkın %0.69 olduğu görülmektedir.



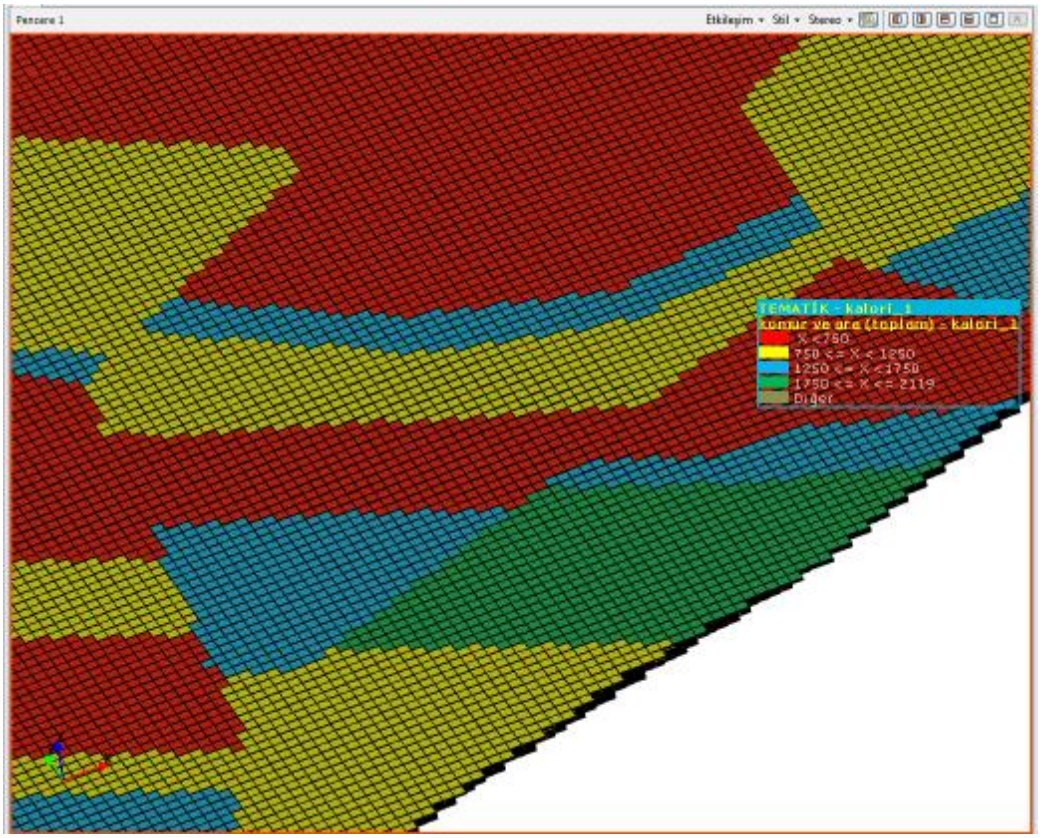
Şekil 4.18. Örtü blok model görünümü



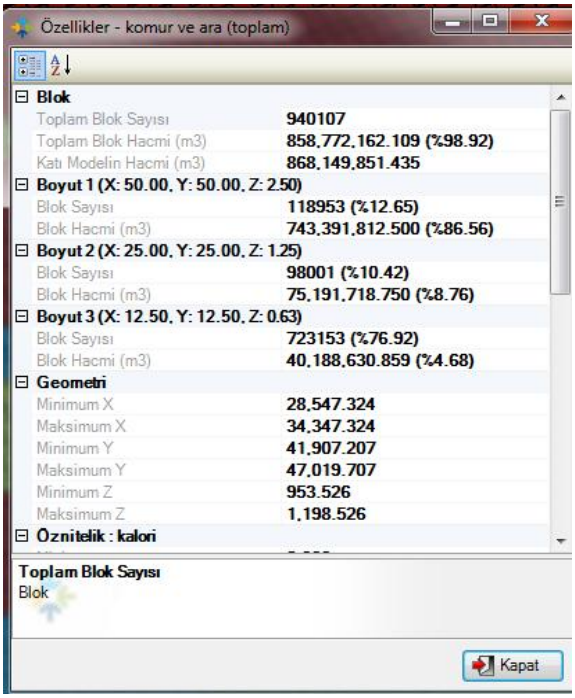
Şekil 4.19. Örtü blok model raporu

4.5.2. Kömür Blok Modeli ve Özellikleri

Şekil 4.17'de verilmiş olan blok parametrelere göre kömür için elde edilen bloklar Şekil 4.20'de görülmektedir. Bu blok model ait Şekil 4.21'de verilen özellikler raporu incelendiğinde toplam blok hacmi, katı modelin toplam hacmi arasındaki farkın %1.08 olduğu görülmektedir.



Şekil 4.20. Kömür blok model görünümü



Şekil 4.21. Kömür blok model raporu

Çizelge 4.3. Blok model bilgileri

Katı Model	Katı Model Hacmi (m^3)	Blok Model Hacmi (m^3)
Örtü	1755551359.564	1745123248.047
Kömür(Arakesmeler dahil)	868149851.435	858772162.109

4.6. Bloklara Isıl Değer Atama

Kömür horizonu içerisinde çok sayıda ve düzensiz arakesmelerin olması sebebiyle ara kesmelerin katı modelleri doğru bir şekilde elde edilememiş, arakesmeler dahil kömür horizonuna ait katı model ve blok model elde edildiği için bu bloklara ısıl değer gibi istenilen parametrelere göre değer atam işleminde yaygın olara kullanılan Kriging yöntemi ile yapılamamıştır. Tahminler en yakın komşu yöntemi ile yapılmıştır.

İşletme tenörü herhangi bir madenin veya hammaddenin işletme sınır değeridir. Bu değerin altında kalan kısımlar için üretim yapılmaz. Sahada yapılan üretim tahmini, temel değişken olan kalorifik değer dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Linyit'in 750 kcal/kg kalorifik değeri sınır değer (işletme tenörü) olarak alınmıştır. Bu değerin altında kalorifik değere sahip bloklar ara kesme (kömür yan kayacı) olarak, bu değerin üstündeki bloklar ise kömür olarak değerlendirilmiştir ve elde edilen hacimler Çizelge 4.4-5 de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kömür horizonu için hesaplanan hacimler

İşletme Sınır Kalori (kcal/kg)	**Hacim (m^3)**	**Ortalama Kalori (kcal/kg)**
< 750	323655365.234	-
³ 750	535116796.875	1102.272

Çizelge 4.5. Örtü horizonu için hesaplanan hacimler

İşletme Sınır Kalori (kcal/kg)	**Hacim (m^3)**
< 750	1708002973.633
³ 750	37120274.414*

* En yakın komşu ile kömür olarak kalori atanan kömür horizonuna yakın olan örtü blokları olup dekapaja dahil edilmiştir.

4.7. Blok Ayıklama

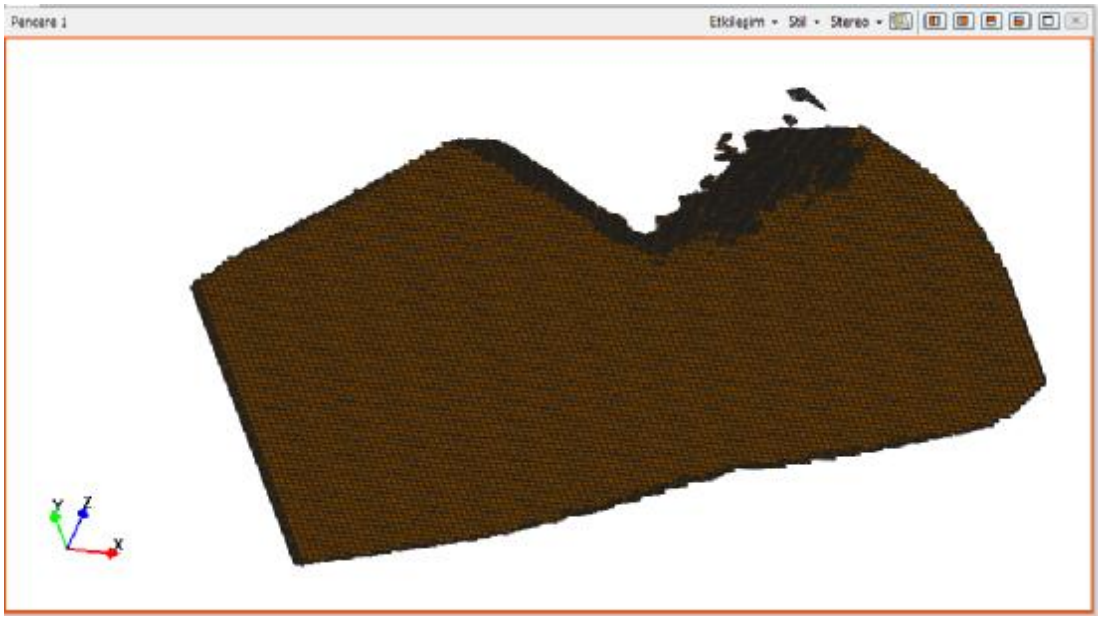
Mevcut bir blok modelin bir yüzeyle sınırlandırılan blokları ayıklanılarak yeni bir blok model elde edilip bu model tematize edilerek hacim sorgulamaları yapılabilinmektedir.

4.7.1. Kademelere Göre Üretim Sorgulama

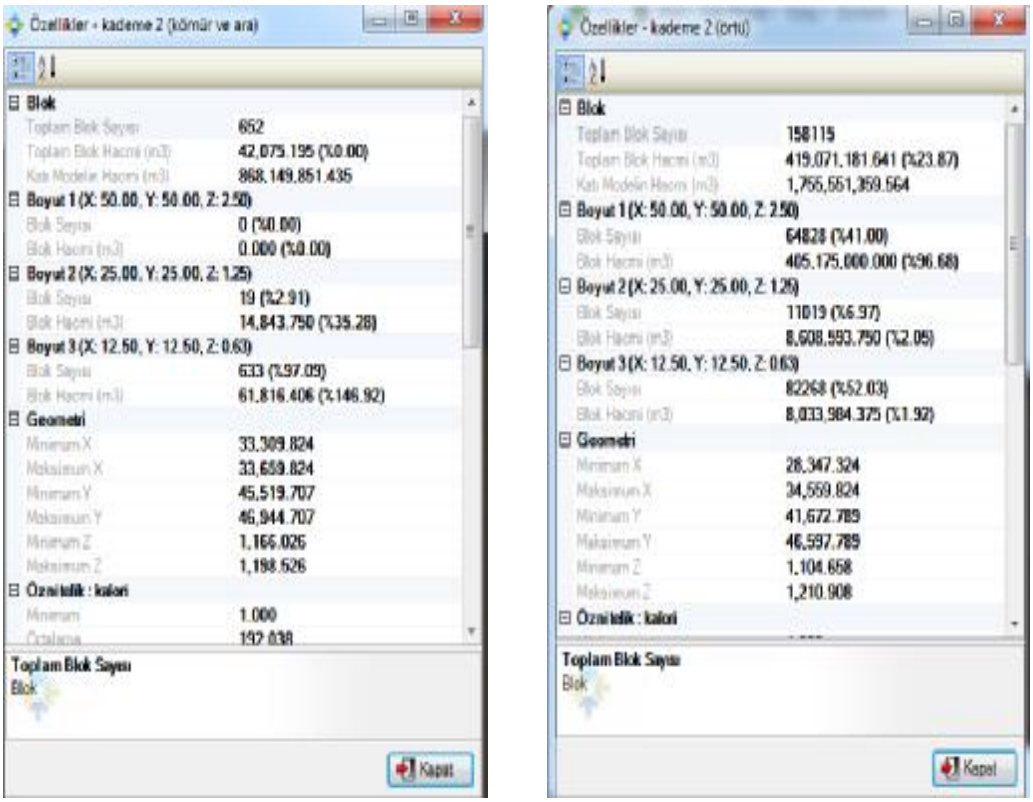
Nisan 2008 ayı itibarı kazı yüzeyi ile elde edilmiş olan mevcut örtü ve kömür blok modelleri (Şekil 4.18 ve Şekil 4.20) ile Şekil 4.9'da verilen kademe yüzeyileri yardımıyla (1. Kademe için kademe yüzeyi üzerindeki bloklar ayıklanarak 1. Kademede üretimi yapılacak bloklar, 1. Kademe yüzeyi altı ile 2. Kademe yüzeyi üstü bloklar ayıklanarak 2. Kademe de üretimi yapılacaklar bloklar, 2. Kademe yüzeyi altı ile 3. Kademe yüzeyi üstü bloklar ayıklanarak 3. Kademe de üretimi yapılacaklar bloklar, 3. Kademe yüzeyi altı ile 4. Kademe yüzeyi üstü bloklar ayıklanarak 4. Kademe de üretimi yapılacaklar bloklar, 4. Kademe yüzeyi altı ile 5. Kademe yüzeyi üstü bloklar ayıklanarak 5. Kademe de üretimi yapılacaklar bloklar, 5. Kademe yüzeyi altı bloklar ayıklanarak 6. Kademe de üretimi yapılacaklar bloklar) ayıklanan bloklar yardımıyla bulunan blokların özellikleri sorgulanarak nihai işletme sınırı içerisindeki kademelere ait üretim miktarları belirlenmiş ve Çizelge 4.6'de topluca verilmiştir. 2. Kademede üretilecek olan bloklar (Şekil 4.22) ve özellikleri (Şekil 4.23) örnek olsun diye aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kademelere göre hesaplanan kazı miktarları

Kademe	Örtü Miktarı (m^3)	Kömür Miktarı (m^3)	Toplam Kazı Miktarı (m^3)
1	343650945	0	343650945
2	418874551	238706	419113257
3	399364596	3906179	403270774
4	391050670	41347113	432397783
5	266398200	138392888	404791088
6	178265129	373557272	551822401
Toplam	1997604091	557442158	2555046249



Şekil 4.22. 2. Kademede üretimi yapılacak bloklar

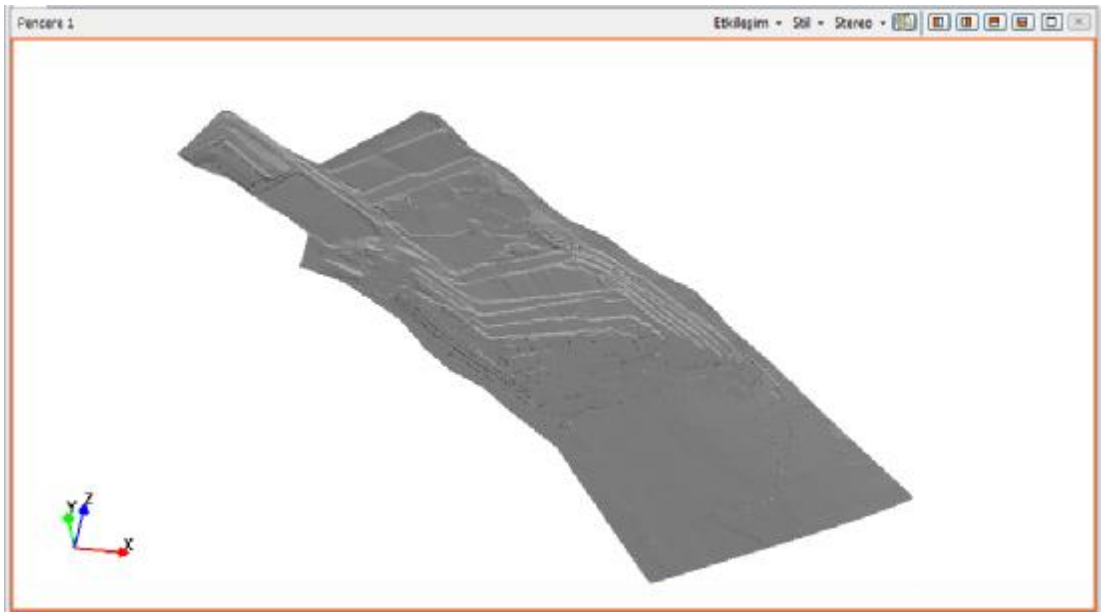


a b

Şekil 4.23. 2. Kademede üretimi yapılacak blokların özellikleri a) kömür tabakası için b) örtü tabakasi için

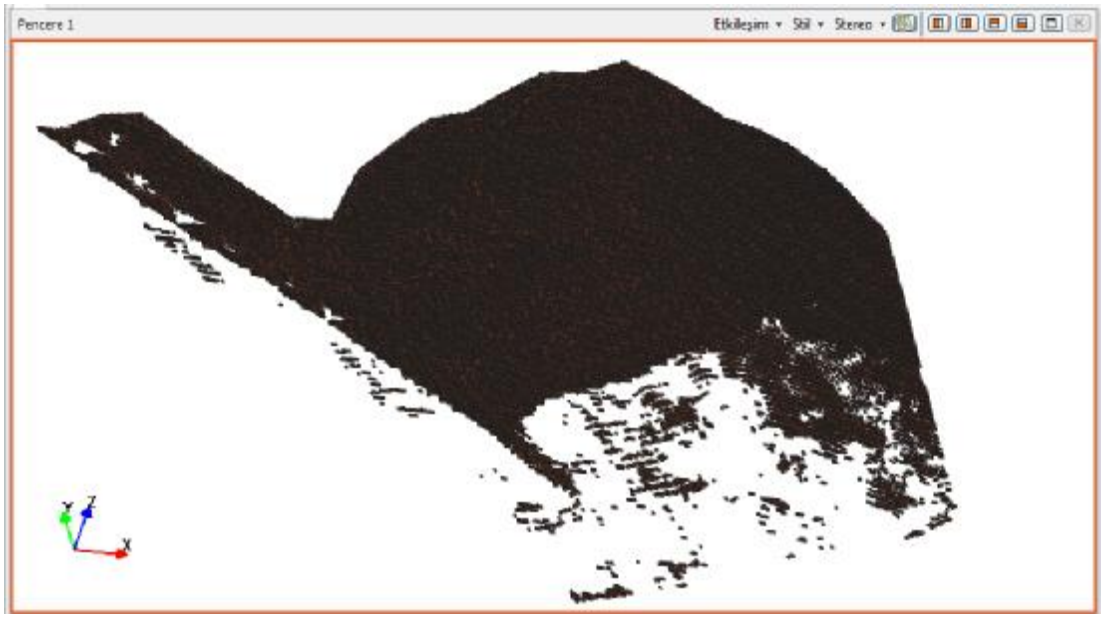
4.7.2. İstenilen Kazı Vaziyet Planına Göre Üretim Sorgulama

Nisan 2008 ayı itibarı kazı yüzeyi ile elde edilmiş olan mevcut örtü ve kömür blok modelleri(Şekil 4.18 ve Şekil 4.20) ile Şekil 4.24'de verilen 2013 yılsonu kazı yüzeyi ile sınırlı(yüzey üzerindeki) bloklar ayıklanıp elde edilen örtü ve kömür blokları Şekil 4.25 ve Şekil 4.26'da verilmiştir.

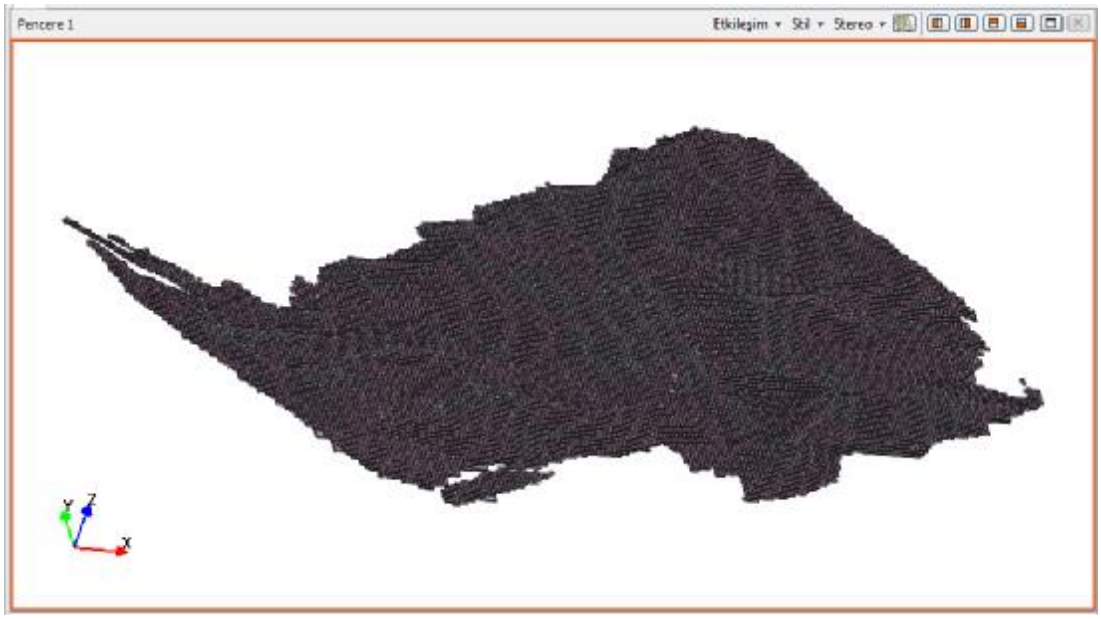


Şekil 4.24. 2013 sonu kazı yüzeyi

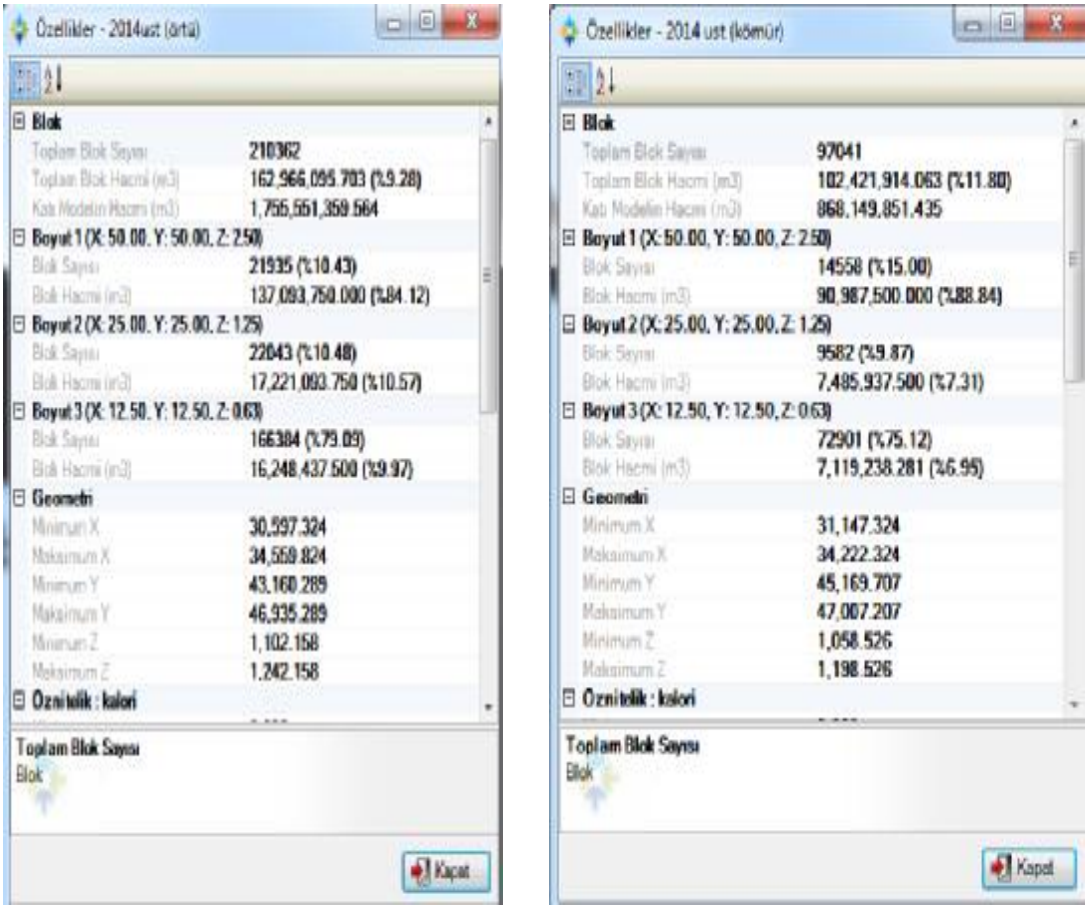
Üretimi yapılmış(ayıklanmış) örtü ve kömür blok model özelliklerine bakılmış ve elde edilen bilgilerin (Şekil 4.27) bazıları Çizelge 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.25. 2013 sonu üretimi yapılmış örtü blokları



Şekil 4.26. 2013 sonu üretimi yapılmış kömür blokları



(a) (b)

Şekil 4.27. 2013 sonu üretimi yapılmış blok model özellikleri a) Örtü, b) Kömür

Çizelge 4.7. Nisan 2008-2013 sonu üretimi yapılmış blok model bilgileri

Model	Blok Model Hacimi (m^3)
Örtü	162966096
Kömür(Arakesme dahil)	102421914

4.8. Sonuçların Değerlendirilmesi

Mevcut blok modelleri ile işletme sınırı içerisindeki toplam kazı miktarları ile BWE (2008) tarafından yapılan hesaplamalar sonucu belirlenen toplam kazı miktarları Çizelge 4.8'de verilmiştir

Çizelge 4.8. Nisan 2008 itibari ile ocak sınırı içerisindeki toplam kazı miktarları

Çalışma	Dekapaj Miktarı (m^3)	Kömür Miktarı (m^3)	Toplam Kazı Miktarı (m^3)
BWE (2008)	2118223000	413596000	2531819000
Bu tez	2068778613	535116797	2603895410
Fark	**-49444387**	**121520797**	**72076410**

Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi bu çalışma ile yapılan hesaplamalara göre BWE (2008) de yapılan çalışmaya göre da daha fazla kömür (121520797 m^3) daha az dekapaj (49444387 m^3) hesaplanmıştır.

Nisan 2008 – 2013 sonu tarihleri arası fiili olarak gerçekleştirilen kazı miktarları ile karşılaştırılmak üzere geliştirilen blok model ve bu tarihler arasındaki kazı yüzeyleri ile sınırlanan bloklar ayıklanıp elde edilen blok hacimleri teorik olarak hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Nisan 2008 – 2013 sonu tarihleri arası fiili gerçekleşen ve teorik olarak hesaplanan kazı miktarları

	Kazı(Dekapaj+Kömür) Miktarı (m^3)
AEL Gerçekleşen	287557519
Teorik Olarak Hesaplanan	265388010
Fark	-22169509

Çizelge 4.9 incelendiğinde fark teorik olarak hesaplanan kazı miktarının %8.3 ini oluşturmakta bu farkın yaklaşık %1.3 si katı modelden blok model elde edilir iken (Şekil 4.19 ve 4.21) oluştuğundan hata yüzdesi yaklaşık olarak %7 olarak gerçekleştiği görülmüştür.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Afşin-Elbistan Kışlaköy(A) sahasına ait sondaj verileri ile Netpro/Mine bilgisayar programı yardımıyla; sondaj verilerinin değerlendirilmesi ve düzenlenmesi, yüzey oluşturma, katı modelleme, blok modelleme, ısıl değer tahmini, üretim ve kalite tahmini yapılmış ve yapılan çalışmanın sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

1. Netpro/Mine yazılımının, bütün madencilik tasarımları tek bir çatı altında toplayabildiği, yalın kullanıcı ara yüzüne sahip olduğu ve geniş raporlama seçenekleri ile 2B/3B tasarım işlemleri (CAD) ile Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) birleştirilmesinde güçlü olduğu görülmüştür.

2. Sondaj verilerinin tanımlayıcı özet istatistik değerlerine bakılarak değişkenin (ısıl değer) karakteristik özellikleri belirlenmiştir.

3. Nisan 2008 kazı ve topografya yüzeyi altında kalan örtü ve kömür zonu katı modelleri başarılı bir şekilde elde edilmiştir.

4. Elde edilen katı modeller üzerinden hacimler sorgulanabilmiştir.

5. Düşük tahmin hatası ve sahayı en iyi temsil edecek şekilde optimum blok boyutları belirlenmiş ve blok boyutları 50 x 50 x 2,5 m olarak alınmıştır.

6. Çeşitli kompozit uzunlukları denenmiş, orijinal verileri en iyi temsil eden kompozit uzunluğu olarak 2,5 m kullanılmıştır.

7. Kömür modeli içerisindeki her bir bloğun ısıl değeri kompozitlenmiş sondaj logları ve en yakın komşu tahmin tekniği ile atanmıştır. Kışlaköy sahasında 750 Kcal/kg ısıl değerinin üzerinde ortalama ısıl değer 1102.272 kcal/kg olan toplam 535116796 m^3 kömür ve 2068778613 m^3 dekapaj hesaplanmıştır. Bu sonuçların, aynı veriler kullanılarak RWE (2008) tarafından yapılan çalışma ile belirlenen sonuçlara yakın olduğu görülmüştür.

8. Mevcut blok modelin doğruluğunu kontrol etmek için Nisan 2008 – 2013 sonu arasında gerçekleştirilecek olan kazı miktarları hesaplanmış (265388010 m^3) ve bu sonucun AEL işletmesince gerçekleşen fiili kazı miktarına (287557519 m^3) yakın olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

ARIÖZ, D., 2011. Afşin-Elbistan linyit sahası Çöllolar sektörünün Netpro/Mine yazılımı ile değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 91s.

AYDOĞAN, M., 1978. K.Maraş-Elbistan-Çöllolar Kömür Yatağı Fizibilite Araştırması. MTA Raporu. Derleme No: 6413, Ankara (Yayınlanmamış).

DAĞ, A., 1997. Döner Kepçeli Ekskavatör Açık İşletme Yönteminde Bilgisayar Destekli Üretim Planlaması: Afşin-Elbistan Linyit İşletmesi Çöllolar Sahasına Uygulanması. Çukurova Üniv., Fen Bil. Ens., Doktora Tezi, s.184, Adana.

ERGÜDER, G., KIZILDAĞ, G. ve GÜNKEL, G., 2000. AEL Kışlaköy Açık İşletmesi Doğu Nihai Şevi Jeofizik Rezistivite Etüdü raporu. TKİ Genel Müdürlüğü, Ankara.

GÖKMEN, V., MEMİKOĞLU, O., DAĞLI, M., ÖZ, D., TUNCALI, E., 1993. Türkiye Linyit Envanteri. MTA, s. 269-272, Ankara.

GÜRSOY, E., ÖZCAN, K., YÜCEL, A.R., 1981. K.Maraş Elbistan D1 Sektörü Kömür Yatağı Jeoloji Raporu. MTA Raporu, Ankara.

KILIÇ, A. M., 1996. Analyse de la Stabilité Des Talus de la Mine de Lignite D'Afşin-Elbistan. Pour Obtenir la Grade de Docteur de I'école Nationale Supérieure Des Mines de Paris en Géologie de L'ingéieur, Paris.

KILIÇ, A. M.,ve ONUR, A. H., 2001. Afşin-Elbistan Linyitleri Açık İşletmesi İç Döküm Sahası Dinamik Duraylılık Analizi. Türkiye 17. Uluslar arası Madencilik Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, s. 11-16.

KOÇAK Ç., 2000. Afşin-Elbistan Linyit Havzasının Yeniden Değerlendirilmesi. Enerji Dünyası Dergisi, Sayı:32.

KOÇAK, Ç., KÜRKÇÜ, S. N., ve YILMAZ, S., 2003. Afşin-Elbistan Linyit Havzasının Yeniden Değerlendirilmesi ve Linyit Kaynakları Arasındaki Yeri. 24-27 Eylül 2003, Türkiye 9. Enerji Kongresi, İstanbul.

KÜRKÇÜ, S.N., ERSOY M., ERSUN, E., 1993. Jeoistatiksel Yöntem Kullanılarak A fşin-Elbistan Havzası Çöllolar B Sektörü Rezerv Belirleme Çalışması. Türkiye 13. Madencilik Kongresi, Ankara.

MERT, B.A. 2004. Jeoistatiksel Analiz Üzerine Bir Bilgisayar Programı: Antalya-Akseki-Kızıltaş Boksit Yatağına Uygulanması. Çukurova Üniv., Fen Bil. Ens., Yüksek Lisans Tezi, Adana, Turkey, s.26.

MERT, B.A., 2010. Afşin-Elbistan Kömür Havzasındaki Madencilik Faaliyetlerinde Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Küresel Konumlama Sistemlerinin Kullanım Olanaklarının Araştırılması, Çukurova Üniveristesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s.1, Adana.

NETCAD, 2010. NETCAD Netpro/Mine Operatörler, ss.27, Ankara.

NETCAD, 2012. NETCAD Netpro/Mine Kullanım Klavuzu, ss.392, Ankara.

OTTO GOLD, 1969. Lignite Deposit of Afsin-Elbistan Feasibility Report. Vol 1, Köln, p.123

ÖNEN, N., 1936. Orta Anadolu Linyit Yatakları Hakkında Rapor. MTA, Ankara.

ÖZBEK, T., ve GÜÇLÜER, S., 1977. K.Maraş Elbistan Çöllolar – B Linyit Sektörü 1977 Yılı Faaliyet Raporu. MTA Raporu, Ankara.

ÖZDEMİR, A.. 2013. Yüzey Modelleme Teknikleri Ve Kömür Yatağına Uygulanmas. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 83s.

ÖZTÜRK, T., 1994. A.E.L. İşletmesi Kazı Sahasında Karşılaşılan Sert Kayaçların Kazı Yöntemlerinin İncelenmesi, İatanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.4-5, İstanbul.

PERİNÇEK, D., and KOZLU, H., 1984. Stratigraphy and Structural Relations of the Units in the Afşin-Elbistan-Doğanşehir Region (Eastern Taurus): in Tekeli. O. and Göncüoğlu, M.C. (Eds), Geology of Taurus Belt, Ankara-Turkey, p.181-198.

RHEINBRAUN CONSULTING, 1976. Quality and Quantity Calculations For Kışlaköy Open Cast Mine. Cologne (yayınlanmamış).

RWE, 2008. Maden Planlaması – Aşama I: Uzun Vadeli Maden Planlaması Projesi, Proje Numarası: P-0636, Versiyon:2.0.

SAYDAM, S., 1995. Blok boyutu seçiminin kömür rezerv tahminine etkisi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 58s.

TURHAN, H., 1993. Bir linyit yatağında rezerv modelleme yöntemlerinin karşılaştırılması. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 150s.

URAL, S., 1999. Afşin-Elbistan Linyitlerinin Sınıflandırılarak Termik Santralin Performansı Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Proje No: FBE. 96.97, Doktora Tezi, s.140, Adana.

URAL, S., ve YUKSEL, F., 2004. Geotechnical Characterization Of Lignite-Bearing Horizons In The Afsin-Elbistan Lignite Basin, SE Turkey. Engineering Geology 75 (2004), 129-146.

YÖRÜKOĞLU, M., 1991. Afşin-Elbistan Projesi ve TKİ Kurumu AELÎ Müessesesinde Madencilik Çalışmaları. Madencilik Dergisi, Eylül 1991, Sayı No:3, s.13-29, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

25 Haziran 1988 yılında İran'da Orumiya şehrin de doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise eğitimini Orumiya'da tamamladıktan sonra 2007 yılında Azad-e Eslami Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği bölümünde lisans öğremine başladı. 28 Aralık 2011 yılında Maden Mühendisi unvanını almaya hak kazandı. 2012 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans öğrenimine başladı.